

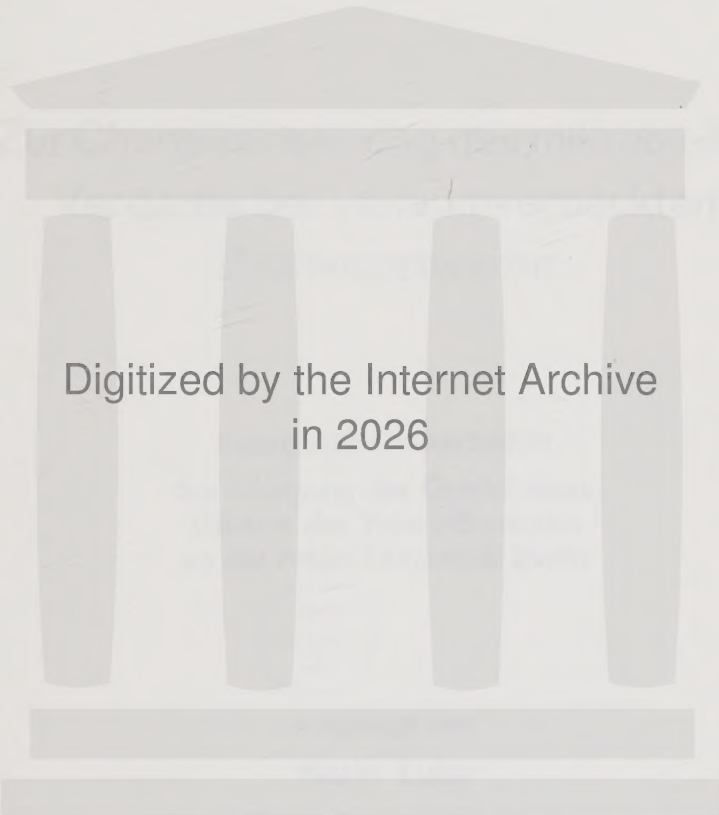
Aus dem Institut für Lebensmittelhygiene,
Fleischhygiene und -technologie
Fachrichtung Lebensmittelhygiene
des Fachbereichs Veterinärmedizin
der Freien Universität Berlin

Zur Charakterisierung des mikrobiellen Verderbs bei vakuumverpackten Brühwurstwaren

Inaugural-Dissertation
zur Erlangung des Grades eines
Doktors der Veterinärmedizin
an der Freien Universität Berlin

vorgelegt von
Karin Luke
Tierärztin aus Kettwig

Berlin 1978
Journal Nr. 939



Digitized by the Internet Archive
in 2026

Aus dem Institut für Lebensmittelhygiene,
Fleischhygiene und -technologie
Fachrichtung Lebensmittelhygiene
des Fachbereichs Veterinärmedizin
der Freien Universität Berlin

Zur Charakterisierung des mikrobiellen Verderbs bei vakuumverpackten Brühwurstwaren

Inaugural-Dissertation

zur Erlangung des Grades eines
Doktors der Veterinärmedizin
an der Freien Universität Berlin



vorgelegt von

Karin Luke

Tierärztin aus Kettwig

Berlin 1978

Journal Nr. 939

Gedruckt mit Genehmigung
des Fachbereiches Veterinärmedizin
der Freien Universität Berlin

Vorsitzender des FBR: Prof. Dr. H.-H. Frey
Referent: Prof. Dr. H.-J. Sinell
Koreferent: Prof. Dr. E. Hellmann



Tag der Promotion: 27. April 1978

INHALTSVERZEICHNIS

	Seite
1. E I N L E I T U N G	1
2. S C H R I F T T U M	2
2.1. U n t e r s u c h u n g e n z u r H a l t b a r k e i t v a k u u m - v e r p a c k t e r B r ü h w u r s t - w a r e n	2
2.1.1. M i k r o b i o l o g i s c h e U n t e r s u c h u n g e n	2
2.1.1.1. B e s o n d e r h e i t e n d e s E v a k u i e r u n g s p r o z e s s e s	2
2.1.1.2. E n t w i c k l u n g d e r K e i m f l o r a	2
2.1.1.2.1. V o r k o m m e n u n d B e d e u t u n g d e r L a k t o b a z i l l e n	5
2.1.1.2.2. E i n t e i l u n g d e r L a k t o b a z i l l e n	6
2.1.1.2.3. S t o f f w e c h s e l d e r L a k t o b a z i l l e n	7
2.1.1.2.4. V e r d e r b n i s d u r c h L a k t o b a z i l l e n	8
2.1.1.2.5. P o s i t i v e r E i n f l u ß d e r L a k t o b a z i l l e n	9
2.1.2. V e r ä n d e r u n g d e s p H - W e r t e s	10
2.2. M ö g l i c h k e i t e n z u r C h a r a k t e r i s i e r u n g d e s V e r d e r b n i s p r o z e s s e s b e i v a k u u m v e r p a c k t e n B r ü h w u r s t w a r e n	11
2.2.1. M i k r o b i o l o g i s c h e K r i t e r i e n	11
2.2.2. B i o c h e m i s c h e K r i t e r i e n	12
2.2.2.1. P y r u v a t	12
2.2.2.2. L a c t a t	14
2.2.2.3. p H - W e r t	14
2.3. V a k u u m v e r p a c k t e B r ü h - w u r s t w a r e n i m H a n d e l	15
2.3.1. K e n n z e i c h n u n g m i t H a l t b a r k e i t s d a u e r u n d T e m p e r a t u r e m p f e h l u n g	15
2.3.2. A m t l i c h e H a l t b a r k e i t s f r i s t e n	18
3. E I G E N E U N T E R S U C H U N G E N	20
3.1. M a t e r i a l	20
3.1.1. V e r l a u f s u n t e r s u c h u n g e n	20
3.1.2. E i n z e l u n t e r s u c h u n g e n	21
3.2. M e t h o d i k	22
3.2.1. K e i m z a h l b e s t i m m u n g	22

	Seite
3.2.1.1.	Probenentnahme und Probenaufbereitung 22
3.2.1.2.	Kulturverfahren 23
3.2.1.3.	Auswertung 26
3.2.2.	Pyruvatbestimmung 26
3.2.2.1.	Prinzip 27
3.2.2.2.	Probenaufbereitung 27
3.2.3.	Lactatbestimmung 28
3.2.3.1.	Prinzip 28
3.2.3.2.	Probenaufbereitung 28
3.2.3.3.	Reagenzien 29
3.2.3.4.	Bestimmungsansatz 30
3.2.3.4.1.	L-Lactatbestimmung 30
3.2.3.4.2.	D-Lactatbestimmung 30
3.2.3.4.3.	Bestimmung des Leerwertes 31
3.2.3.5.	Ermittlung der Lactatwerte 31
3.2.3.5.1.	Berechnung nach dem Lambert-Beer'schen Gesetz 31
3.2.3.5.2.	Eichkurve 32
3.2.4.	pH-Wert-Messung 37
3.2.5.	Sensorische Untersuchung 37
3.3.	U n t e r s u c h u n g s e r g e b n i s s e 38
3.3.1.	Verlaufsuntersuchungen 38
3.3.1.1.	Keimzahlen 38
3.3.1.1.1.	Gesamtkeimzahl und Laktobazillen 38
3.3.1.1.2.	Enterokokken 42
3.3.1.1.3.	Mikrokokken 42
3.3.1.1.4.	Enterobacteriaceae 43
3.3.1.1.5.	Hefen 43
3.3.1.2.	Pyruvat 46
3.3.1.3.	Lactat 46
3.3.1.3.1.	L-Lactat 46
3.3.1.3.2.	D-Lactat 47
3.3.1.4.	pH-Wert 52
3.3.1.5.	Sensorische Untersuchung 56
3.3.1.5.1.	Geruch und Geschmack 56

	Seite
3.3.1.5.2. Aussehen	57
3.3.2. Einzeluntersuchungen	57
4. B E S P R E C H U N G D E R E R G E B N I S S E	59
4.1. V e r l a u f s u n t e r s u c h u n g e n	59
4.1.1. Keimzahlen	59
4.1.2. Biochemische Kriterien	63
4.1.2.1. Pyruvat	63
4.1.2.2. Lactat	64
4.1.2.3. pH-Wert	65
4.2. E i n z e l u n t e r s u c h u n g e n	69
4.3. S c h l u ß b e t r a c h t u n g	69
5. Z U S A M M E N F A S S U N G S U M M A R Y	72 74
6. L I T E R A T U R	76
7. A N H A N G	85

1.

E I N L E I T U N G

Mit der zunehmenden Bedeutung, die vakuumverpackte Brühwurst im Angebot des Selbstbedienungshandels gewonnen hat, ist auch die Diskussion um die Haltbarkeit dieser Warengruppe in den Vordergrund getreten.

Die heute üblichen Lagerfristen sind bei den deklarierten Temperaturen in vielen Fällen zu lang, zumal die strikte Einhaltung der Kühlkette nicht immer gewährleistet ist. Häufigstes Charakteristikum des Qualitätsabfalls sind ein saurer Geruch und Geschmack, was einigen Konsumenten wohl schon als warentypisch erscheinen mag.

Bisherige Untersuchungen über vorverpackte Brühwurstwaren hatten fast ausschließlich eine quantitative und qualitative Erfassung der Mikroflora zum Ziel. Sie konnten jedoch keinen Beitrag zur Erarbeitung eines Frischestandards liefern, der eine objektive Bewertung der Qualität dieser Warengruppe ermöglichte. Solche Standards sind aber für die Schaffung legislativer, auf den Verbraucherschutz bezogener Regelungen unerlässlich.

Da zu dieser Frage bisher nur wenig Material vorliegt, soll mit dieser Arbeit untersucht werden, ob sich der Qualitätsabfall in vakuumverpackten Brühwurstwaren objektiv darstellen läßt, und welche Kriterien zur Festsetzung von Beurteilungsnormen gegebenenfalls in Betracht kommen.

2. S C H R I F T T U M

2.1. U n t e r s u c h u n g e n z u r H a l t -
b a r k e i t v a k u u m v e r p a c k t e r
B r ü h w u r s t w a r e n

2.1.1. M i k r o b i o l o g i s c h e U n t e r s u c h u n g e n

2.1.1.1. B e s o n d e r h e i t e n d e s E v a k u i e r u n g s p r o z e s s e s

Die Vorverpackung dient der Verbesserung der Lagerungsbedingungen und daneben hauptsächlich der Erhöhung der Verkaufshygiene.

Evakuierte Aufschnittwaren zeichnen sich durch eine verlängerte Geruchs- und Geschmackserhaltung aus (Alm et al., 1961). Durch das mikroaerobe Milieu entsteht unter bestimmten Bedingungen weiterhin eine Verzögerung des Wachstums einiger unerwünschter Mikroorganismen.

Wegen des herabgesetzten Sauerstoffdruckes treten bei evakuierten Fleischerzeugnissen keine oder nur geringgradige Farbänderungen auf (Leistner, 1957; Alm et al., 1961; Shank and Lundquist, 1963). Da außerdem die hohe Gas- und Wasserdampfdichte des Verpackungsmaterials eine Austrocknung verhindern und die Folien den Waren dicht anliegen, können diese äußerlich noch einwandfrei erscheinen, auch wenn sie bereits völlig genußuntauglich geworden sind (Leistner, 1957).

2.1.1.2. E n t w i c k l u n g d e r K e i m f l o r a

Der wichtigste Einflußfaktor für die Keimvermehrung ist die Lagerungstemperatur.

Im Vergleich zu anderen Arten der Verpackung tritt in Vakuumpackungen eine gewisse Verlängerung der Haltbarkeit durch eine Verzögerung des Keimwachstums ein. Diese beschränkt sich hauptsächlich auf den Bereich zwischen -15 und $+15^{\circ}$ C (Leistner, 1957). Auch Alm et al. (1961) wiesen in ihrer Un-

tersuchung auf eine derartige Wachstumshemmung hin. Die Beobachtungen über haltbarkeitsverlängernde Effekte der Vakuumverpackung sind bei Cavett (1968) zusammenfassend dargestellt.

Die Haltbarkeit der vakuumverpackten Waren ist umso besser, je niedriger der Anfangskeimgehalt ist (Alm et al., 1961). Dieser ist bei vorverpackten Brühwurstwaren hauptsächlich auf die Kontamination beim Aufschneide- und Verpackungsvorgang zurückzuführen, da der Brühprozeß zu einer starken Reduzierung der ursprünglichen Flora führt. Vollständig abgetötet wird bei den gewerbeüblichen Brühtemperaturen und -zeiten die gesamte gramnegative Keimflora, während Mikrokokken und Bazillen meist überleben (Niinivaara et al., 1959). Bei Temperaturen bis zu 68° C konnten die genannten Autoren auch wiederholt eine Laktobazillenart nachweisen. Angaben über Laktobazillenstämme, die beim Brühprozeß nicht abgetötet werden, sind in der Literatur recht zahlreich (vgl. Vrchlabsky und Leistner, 1971). Rossmann (1958) konnte bei 10-15 % der untersuchten Brühwürste Laktobazillen isolieren, die die Brühtemperatur überdauert hatten. Krause (1968) fand bei Versuchen mit Brätfleisch nach mehrstündigem Erhitzen mit Kerntemperaturen von 67.5 bis 71° C neben aeroben Sporenbildnern und Mikrokokken noch Enterokokken und sulfitreduzierende Clostridien. Laktobazillen konnte er allerdings nur bei einer Probe nachweisen.

Während Leistner (1957) im Verlauf der Lagerung bei Vakuumpackungen nur eine deutliche Hemmung bei streng aeroben Keimarten wie Hefen und Schimmelpilzen feststellte und vorherrschend Mikrokokken neben Diplostreptokokken, Laktobazillen und coliformen Keimen fand, konnten andere Autoren übereinstimmend Laktobazillen als dominierenden

Keimfloraanteil nachweisen (Allen and Foster, 1960; Lerche und Großklaus, 1960; Alm et al., 1961; Shank and Lundquist, 1963; Warnecke et al., 1966; Kempton and Bobier, 1970; Reuter, 1970a; Reuter, 1970f; Mol et al., 1971; Hechelmann und Bem, 1973; Mantel, 1975).

Das mikroaerobe Milieu, die konstante Feuchtigkeit und der durch das Evakuieren ausgetretene Fleischsaft stellen elektive Wachstumsbedingungen für die Laktobazillen dar, so daß auch eine geringe Anfangskontamination zu einer starken Vermehrung dieser Keime im Verlauf der Lagerung führt (Reuter, 1970f).

Bei Brühwürstchen fand Reuter (1970d) neben "atypischen Streptobakterien" auch häufig *Lactobacillus brevis* und die heterofermentative Spezies *Lactobacillus plantarum*. In vakuumverpacktem Brühwurst-Aufschnitt konnte er am häufigsten nur "atypische Streptobakterien" isolieren. In ihrer Arbeit über vakuumverpackte aufgeschnittene Fleischwaren entdeckten Allen und Foster (1960) ebenfalls heterofermentative Laktobazillen, die teilweise als *Lactobacillus viridescens* erkannt wurden. Bei den homofermentativen Arten konnte in der Regel keine Zuordnung zu den bekannten Stämmen vorgenommen werden. Auch Mol et al. (1971) stellten fest, daß nicht klassifizierte homofermentative Streptobakterien, die mit denen von Reuter beschriebenen verwandt waren, den Hauptanteil der Keimflora bei vakuumverpackten erhitzten Fleischerzeugnissen bildeten.

Eine genaue Untersuchung über die Entwicklung der Keimflora bei vakuumverpacktem Brühwurst-Aufschnitt findet sich bei Reuter (1970f). Unabhängig von der Temperatur (4 bis 6° C, 10 bis 11° C und 22 bis 25° C), wenn auch nach unterschiedlich langer Zeit, erreichten die Laktobazillen Keimzahlenniveaus von über 10^8 /g. Das Wachstum der

Begleitflora hingegen war stark temperaturabhängig. So konnten sich Enterokokken und Mikrokokken bei 4 bis 6° C nicht mehr entwickeln, und die Zahl der Enterobacteriaceae sank von 10⁷/g bei Zimmertemperatur auf 10⁴/g bei 4 bis 6° C. Sonstige Mikroorganismen spielten keine nennenswerte Rolle.

Hechelmann und Bem (1973) untersuchten den Einfluß, den kältetolerante gramnegative Bakterien auf den Verderb von vakuumverpacktem Brühwurst-Aufschnitt haben. Bei 74 % der Proben gelang es ihnen, Enterobacteriaceae nachzuweisen, insbesondere Angehörige der Klebsiella-Enterobacter-Gruppe, die bei etwa 50 % der Proben, welche bis zur angegebenen Verkaufsfrist bei +8° C gelagert wurden, Keimzahlen von 5 x 10⁵ bis 10⁷/g erreichten. Pseudomonaden waren weniger häufig zu finden, und Laktobazillen waren in jedem Fall zwischen 10⁷ und 10⁸/g vorhanden.

2.1.1.2.1. Vorkommen und Bedeutung der Laktobazillen

Die Laktobazillen sind in der Natur weit verbreitet. Außer in Fleisch und Fleischerzeugnissen kommen sie auch in Milch- und Pflanzenprodukten vor und sind obligate Schleimhautbewohner von Mund, Scheide und Intestinaltrakt bei Mensch und Tier (Maurer, 1963). Einen Überblick über das Vorkommen von Milchsäurebakterien in Fleisch und Fleischwaren geben Sharpe (1963) und Reuter (1970a).

Ihre technologische Bedeutung bei diesen Produkten liegt vor allem in ihrem Einfluß auf den Reifungsprozeß bei Rohwürsten, zum anderen spielen sie als ursächliche Verderbniserreger bei vorverpackten Fleischwaren eine wesentliche Rolle (Reuter, 1975).

2.1.1.2.2 Einteilung der Laktobazillen

Laktobazillen wurden erstmals unter diesem Namen 1901 von Beijerinck beschrieben. 1919 charakterisierte Orla-Jensen die Laktobazillen durch folgende Eigenschaften: Unbeweglichkeit, keine Sporenbildung, grampositive Kugeln oder Stäbchen, die Zuckerstoffe hauptsächlich zu Milchsäure vergären. Wie sich die Einteilung der Milchsäure-Bakterien entwickelt hat, wurde von Ingram (1975) kurz dargestellt.

Auf der Beschreibung von Orla-Jensen basiert auch heute noch die von den meisten Autoren vorgenommene Einteilung. Nach Reuter (1970a) sind unter Laktobazillen im engeren Sinn die im Genus *Lactobacillus* Beijerinck zusammengefaßten Mikroorganismen zu verstehen. Hierbei handelt es sich nach der Beschreibung in Bergey's Manual of Determinative Bacteriology (1974) um nicht pathogene, gerade oder gebogene, grampositive Stäbchen, die anaerob oder fakultativ anaerob sind. Sie sind in der Regel unbeweglich und katalasenegativ. Eng verwandt mit diesen sind die Genera *Leuconostoc*, *Pediococcus* und zum Teil auch *Streptococcus* auf Grund ihres ähnlichen Nährstoffbedarfs, ihrer Stoffwechselleistungen und Enzymspektren. Im weiteren Sinn läßt sich noch das Genus *Microbacterium* hinzurechnen (Reuter, 1970a).

Bereits in der 7. Auflage des Bergey's Manual (1957) wurde eine ähnliche Einteilung vorgenommen: Zu der Familie der Lactobacillaceae gehören zwei Stämme. Im ersten Stamm (*Streptococceae*) sind u.a. die Gattungen *Streptococcus*, *Pediococcus* und *Leuconostoc* zusammengefaßt, im zweiten Stamm (*Lactobacilleae*) ist die Gattung *Lactobacillus* Beijerinck eingeordnet, die Orla-Jensen 1919 noch weiter unterteilt hat, und zwar in die homofermentativen Untergattungen *Thermobacterium* und *Strepto-*

bacterium und die heterofermentative Untergattung Betabacterium (Rogosa and Sharpe, 1960; Abo-Elnaga und Kandler, 1965).

Bei den Thermobakterien handelt es sich um Milchsäurelangstäbchen mit einer maximalen Wachstumstemperatur zwischen 45 und 50° C, die Streptobakterien sind Milchsäurekurzstäbchen mit häufiger Neigung zu Kettenbildung, die bei niedrigeren Temperaturen besser wachsen.

Bei den Streptobakterien unterschied Orla-Jensen nur zwei Arten, einmal den vorwiegend von Pflanzen stammenden *Lactobacillus plantarum* und den in Milch und Käse vorkommenden *Lactobacillus casei* (Abo-Elnaga und Kandler, 1965). Als wesentliche Unterscheidungsmerkmale dienten die Morphologie, die Vergärung bestimmter Zucker sowie die Konfiguration der gebildeten Milchsäure.

Von dieser Gruppe der sog. t y p i s c h e n Streptobakterien trennte Reuter (1970b,c) eine weitere Gruppe, die sog. a t y p i s c h e n Streptobakterien, die sich durch drei Kriterien charakterisieren lassen:

1. Neigung zu kokkoiden Zellformen auf einfachen und kohlenhydratarmen Nährmedien,
2. geringere Säuretoleranz und
3. niedrigere Wachstumstemperatur-Minima.

2.1.1.2.3. Stoffwechsel der Laktobazillen

Ein charakteristisches Merkmal der Laktobazillen ist ihre Fähigkeit zur Kohlenhydratfermentierung. Die homofermentativen Arten bilden durch Glykolyse nach dem Embden-Meyerhof-Parnas-Schema aus Glucose zu über 90 % Milchsäure, während bei der Heterofermentation auch Essigsäure und CO₂ in stärkerem Maße entstehen. Bei beiden Arten können nebenbei

auch Alkohol, Aldehyde, Ketofettsäuren und andere flüchtige Säuren als Endprodukte auftreten (Reuter, 1971c). Das geringste Milchsäurebildungsvermögen bei den homofermentativen Laktobazillen zeigen die "atypischen Streptobakterien", die die Kohlenhydrate überwiegend zu DL-Milchsäure abbauen.

Das Milchsäuremolekül besitzt auf Grund eines asymmetrischen Kohlenstoffatoms eine optische Aktivität, d.h. es ist entsprechend seiner Konfiguration in der Lage, die Schwingungsebene des polarisierten Lichtes nach rechts oder links zu drehen. Auf Grund der räumlichen Anordnung unterscheidet man zwischen einer D- und einer L-Form, die Drehung wird mit + (rechtsdrehend) und - (linksdrehend) angegeben. Die D-Milchsäure dreht nach links, also D(-)-Milchsäure, die L-Milchsäure entsprechend nach rechts, also L(+)-Milchsäure*.

Da die Konfiguration der Milchsäure ein unveränderliches Merkmal der verschiedenen Laktobazillen darstellt, kann sie zur Identifizierung herangezogen werden (Jørgensen und Hansen, 1956). Ausführliche Untersuchungen über die lipolytischen und proteolytischen Aktivitäten der Laktobazillen wurden von Reuter (1971a, 1971b) durchgeführt.

2.1.1.2.4. Verderbnis durch Laktobazillen

Der in der Literatur am häufigsten erwähnte durch Laktobazillen verursachte Verderbnisprozeß bei

* Im folgenden wird nur die vereinfachte Schreibweise L- und D-Milchsäure verwendet

vakuumverpackten Brühwurstwaren ist die durch Säuerung hervorgerufene Geschmacksabweichung (Lerche und Großklaus, 1960; Shank and Lundquist, 1963; Sharpe, 1963; Reuter, 1970a; Reuter, 1970f; Hechelmann und Bem, 1973; Tändler, 1973). Außerdem erwähnt wurden noch die Fähigkeit zur Vergrünung, die einige H_2O_2 -erzeugende Laktobazillen haben, und der durch Synthese von Polysacchariden hervorgerufene Schleimbildung, die jedoch hauptsächlich bei Pökelfleischwaren zu finden ist (Sharpe, 1963; Reuter, 1970a).

2.1.1.2.5. Positiver Einfluß der Laktobazillen

Unter den günstigen Auswirkungen nennt Reuter (1970a) die aromabildende Wirkung, die auf die aus dem Kohlenhydratstoffwechsel stammenden Metabolite zurückgeführt wird.

Sehr bedeutsam wäre vor allem jedoch der mögliche antagonistische Einfluß der Laktobazillen auf andere saprophytäre sowie auf infektiöse und toxinbildende Keimarten (Reuter, 1970a). Reuter (1970f) sowie Hechelmann und Bem (1973) und Mantel (1975) gelang es in ihren Untersuchungen an vakuumverpackten Brühwurstwaren nicht, einen derartigen Effekt nachzuweisen. So fanden Hechelmann und Bem (1973) bei ca. 50 % des Brühwurst-Aufschnitts zwischen 10^5 und 10^7 Keime der Klebsiella-Enterobacter-Gruppe/g. Reuter (1970f) konnte bei Lagerungstemperaturen von 22-25° C regelmäßig einen Anstieg der Enterobacteriaceae auf über 10^6 /g beobachten. Alm et al. (1961) äußerten die Vermutung, daß Laktobazillen eventuell für die Verhinderung des Wachstums von pathogenen anaeroben Keimen verantwortlich sind.

Bei reifender Rohwurst hingegen sollen die Laktobazillen den Anteil der Enterobacteriaceae we-

sentlich zurückzudrängen vermögen (Reuter, 1967). Bei einer Untersuchung in vitro (Reuter, 1973) wurden durch Laktobazillen am deutlichsten Pseudomonaden und Aeromonaden gehemmt, dann folgten Bazillen. Am widerstandsfähigsten erwiesen sich Staph. aureus und die Enterobacteriaceae, von denen die coliformen Keime am geringsten beeinflusst wurden. Für die beobachteten Hemmeffekte war in erster Linie die von den Laktobazillen produzierte Säure verantwortlich. Die Säureanreicherung erreichte hierbei ihre maximale Konzentration erst in der stationären Wachstumsphase.

2.1.2.

Veränderung des pH-Wertes

In der Literatur finden sich nur verhältnismäßig wenige Angaben über die Veränderung des pH-Wertes im Verlauf der Lagerung von vakuumverpackten Brühwurstwaren. Lerche und Großklaus (1960) stellten bei 14-tägiger Lagerung von Brühwürstchen bei Kühlschranktemperatur einen Abfall von pH 6,0 auf 5,0 fest, bei Zimmertemperatur fiel der pH-Wert sogar bis auf 4,7. Auch Kempton und Bobier (1970) fanden bei Bologna pH-Werte unter 5,0. Tändler (1973) konnte bei seiner Untersuchung über vakuumverpackten Brühwurst-Aufschnitt einen pH-Wert-Abfall von 6,0 auf 5,5 bei 6 bis 7° C während einer Lagerungszeit von ca. 3 Wochen nachweisen. Mantel (1975) ermittelte bei Einzeluntersuchungen an Brühwürstchen aus dem Handel pH-Werte zwischen 6,3 und 5,6, wobei jedoch nur in 7 % der Fälle Werte unter 6,0 gemessen wurden. Auch bei Reuter (1970f) lagen die pH-Werte bei den Einzelproben zwischen 6,1 und 5,6. Bei seinen Verlaufsuntersuchungen, die bei 22 bis 25° C, 10 bis 11° C und 4 bis 6° C vorgenommen wurden, zeigten die pH-Werte praktisch keine Veränderun-

gen und lagen um 6,0. Erwähnt wird von Reuter noch, daß mehrere Brühwurstproben einen pH-Wert unter 5,0 aufwiesen. Bei diesen Erzeugnissen waren neben den Laktobazillen die übrigen Keimgruppen nur in geringem Anteil vorhanden.

2.2. Möglichkeiten zur Charakterisierung des Verderbnisprozesses bei vakuumverpackten Brühwurstwaren

2.2.1. Mikrobiologische Kriterien

Takács (1961 und 1969) geht ausführlich auf die Problematik bei der Einführung mikrobiologischer Standards ein, die in Ungarn schon seit 1950 für die Beurteilung von Fleischerzeugnissen herangezogen werden.

Unbedingte Voraussetzung für solche Standards sind einheitliche Untersuchungsmethoden und Beurteilungsprinzipien. Vorteilhaft würden sich gerade mikrobiologische Standards mit Sicherheit auf das hygienische Niveau der Fleischerzeugnisse auswirken. Kritisch zu betrachten ist jedoch vor allem die Aussagekraft der Gesamtkeimzahl für die qualitative Beurteilung der Fleischerzeugnisse, da diese von vielen Faktoren geprägt ist, u.a. von Herstellungsverfahren und Lagerungsbedingungen.

Eine zusammenfassende Darstellung bestehender mikrobiologischer Normkeimzahlen für Brühwürste und andere pasteurisierte Fleischerzeugnisse findet sich bei Franksen et al. (1969). Unter Berücksichtigung dieser Standards und gestützt auf ihre eigenen Untersuchungsergebnisse haben die genannten Autoren folgende mikrobiologischen Grenzwerte für Brühwürste vorgeschlagen:

1. Höchstzahl aerob wachsender Mikroorganismen: 10^5 /g,
2. Höchstzahl sulfitreduzierender Clostridien: 2×10^1 /g,
3. Abwesenheit gramnegativer Keime,
4. Abwesenheit pathogener Keime.

Über positive Erfahrungen, die im US-Staat Oregon mit mikrobiologischen Standards bei Fleisch und Fleischerzeugnissen im Rahmen des Einzelhandels gemacht wurden, berichtet Carl (1975). Für frisches und gefrorenes Fleisch wurden als Höchstwert für die aerobe Gesamtkeimzahl 5×10^6 und als Grenzwert für E. coli 50/g festgesetzt. Bei verarbeiteten und erhitzten Fleischerzeugnissen sind für die aeroben Mikroorganismen maximal 1×10^6 bzw. für E. coli 10/g zulässig.

2.2.2. Biochemische Kriterien

2.2.2.1. Pyruvat

Das Pyruvat ist in den letzten Jahren als Parameter für die Beurteilung der Milchqualität herangezogen worden. Grundlegende Arbeiten hierzu stammen aus dem Institut für Hygiene der Bundesanstalt für Milchforschung in Kiel (Tolle et al., 1972; Tolle, 1973; Suhren et al., 1975; Heeschen et al., 1975; Suhren et al., 1976).

Der Gedanke, der diesen Untersuchungen zu Grunde liegt, ist folgender: Die Hauptenergiequelle der meisten Mikroorganismen sind Zucker, v.a. Hexosen, in geringerem Maße auch Fette und Eiweiße. Nach Aufspaltung der großen Moleküle durch Exoenzyme werden die Spaltprodukte in die Zelle transportiert und hier weiter verstoffwechselt. Pyruvat entsteht hierbei im Verlauf der Glykolyse sowie

der Lipolyse, kann aber auch bei der Proteolyse gebildet werden.

Aus diesem auf diese Weise zustande kommenden "Pyruvat-Pool" kann das Pyruvat dann anaerob zu Milchsäure umgewandelt werden, oder es wird in den Citronensäurezyklus eingeschleust und aerob zu CO_2 und H_2O abgebaut. Da die ersten zu m Pyruvat führenden Schritte schneller ablaufen als dessen Umwandlung, kommt es zu einer Anreicherung des Pyruvats vor allem in der exponentiellen Wachstumsphase der Mikroorganismen. Dabei ist zu berücksichtigen, daß zwischen Zellen und umgebendem Medium ein Fließgleichgewicht besteht, so daß mit zunehmender Pyruvatkonzentration im Medium die Pyruvatabgabe aus der Zelle erschwert wird. Aus diesem Grunde ist auch der Anstieg der Pyruvatwerte bei niedriger Keimbelastung wegen der geringeren extrazellulären Pyruvatkonzentration stärker.

Vor allem unter dem Aspekt, daß im Pyruvat neben den glykolytischen auch die proteolytischen Aktivitäten der unerwünschten Keimflora miterfaßt werden, wird die Eignung des Pyruvats als Parameter für die Beurteilung der "bakteriologisch-hygienischen Wertigkeit" der Milch hervorgehoben. Bei den Untersuchungen von Rösche (1977) wiesen allerdings die milchhygienisch relevanten psychrotrophen Keimfloraanteile in Trinkmilchproben eine deutlich schwächere Pyruvatbildung auf als die übrigen mesophilen Mikroorganismen. Auch war die Beziehung zwischen Gesamtkeimzahl und Pyruvatwerten bei Milchen aus unterschiedlichen Betrieben häufig nicht sehr eng.

2.2.2.2. Lactat

Da sich bei vakuumverpackten Brühwurstwaren im Verlauf der Lagerung die Laktobazillen zur dominierenden Flora entwickeln, kommt die Milchsäure als möglicher Parameter um so mehr in Betracht, als die fast ausschließlich Milchsäure bildenden homofermentativen Streptobakterien überwiegen. Gegenüber dem Pyruvat hat die Milchsäure den Vorteil, daß sie als Stoffwechselendprodukt keiner weiteren Veränderung unterliegt. Das Pyruvat ist dagegen als wichtiges Intermediärprodukt einer ständigen Umwandlung unterworfen, die von einer Reihe verschiedener Faktoren, wie z.B. der qualitativen Zusammensetzung der Keimflora, abhängig ist.

Zaadhof (1974) erhielt durch die Bestimmung des D-Lactatgehaltes wertvolle Informationen über die Qualität von Trockenmilchprodukten. Für die Untersuchung von Rohmilch war die D-Lactatbestimmung weniger gut geeignet.

Mit dem Vorkommen von D-Lactat in Sauermilch, Joghurt und Kefir beschäftigten sich Wiesner und Stahlhut-Klipp (1974). Der Gesamtlactatgehalt in den verschiedenen Produkten lag bei etwa 1 %. Kempton und Bobier (1970) ermittelten in verdorbener Bologna Lactatgehalte zwischen 0,6 und 0,8 % bei pH-Werten unter 5,0.

2.2.2.3. pH-Wert

Eine deutliche Abhängigkeit zwischen organoleptischen Veränderungen und pH-Werten stellten Lerche und Großklaus (1960) fest. So traten deutliche Geschmacksveränderungen bei vakuumverpackten Würstchen regelmäßig bei pH-Werten unter 5,5 auf, bei Zimmerlagerung schon in Bereichen zwischen

5,6 und 5,7. Mantel (1975) untersuchte die Abhängigkeit der pH-Werte von der Zahl der Laktobazillen, kam hierbei jedoch zu keinem positiven Ergebnis. Ähnliches ließ sich bereits aus den Untersuchungen von Reuter (1970f) ableiten. Tändler (1973) wiederum fand eine Relation zwischen steigendem Keimgehalt und fallendem pH-Wert.

2.3. V a k u u m v e r p a c k t e B r ü h w u r s t -
 w a r e n i m H a n d e l

2.3.1. Kennzeichnung mit Haltbarkeitsdauer und
 Temperaturempfehlung

Im Interesse des Verbraucherschutzes sind in vielen Staaten Rechtsvorschriften zur Kennzeichnung der Haltbarkeit bei verderblichen Lebensmitteln vorgesehen. In der Bundesrepublik bietet neben den allgemeinen Bestimmungen des Lebensmittel- und Bedarfsgegenständegesetzes vom 15. August 1974 (BGBl. I S. 1945, Nr. 1a) die Neufassung der Lebensmittel-Kennzeichnungsverordnung vom 25. Januar 1972 (BGBl. I S. 85) hierfür die rechtliche Grundlage.

Einer Haltbarkeitskennzeichnung unterliegen nach § 1(1)1 der Lebensmittel-Kennzeichnungsverordnung auch "Fleisch, Fleischerzeugnisse sowie Erzeugnisse mit einem Zusatz von Fleisch oder Fleischerzeugnissen", wenn diese "in Packungen oder Behältnissen an den Verbraucher abgegeben werden". Nach § 2(1)4 kann auf den Packungen angegeben werden

1. der Zeitpunkt der Herstellung oder
2. der Zeitpunkt der Abpackung oder
3. der Zeitpunkt, bis zu dem das Lebensmittel
 mindestens haltbar ist.

Bei einer Kennzeichnung nach 3. sind die Bedingungen anzugeben, unter denen die gekennzeichnete Haltbarkeit erreicht wird. Praktisch muß also jede Haltbarkeitsangabe mit der Angabe einer entsprechenden Temperatur oder eines Temperaturbereiches gekoppelt sein.

Die Kennzeichnung vorverpackter verderblicher Erzeugnisse mit Haltbarkeitsangaben wirft eine Reihe von Problemen auf, die auch in der jüngeren Literatur wiederholt diskutiert worden sind (Tändler, 1973 und 1975; Schwarz, 1977). Danach sei es zwischen den Fleischwarenherstellern und den Vertretern des Selbstbedienungshandels vor Inkrafttreten der Neufassung der Lebensmittel-Kennzeichnungsverordnung über die zu fordernden Lagerungstemperaturen und Haltbarkeitsfristen zu Verhandlungen gekommen. Gegen die Forderungen der Hersteller, die sich auf Grund praktischer Erfahrung und wissenschaftlicher Erkenntnis für Lagerungstemperaturen von 0 bis max. 4°C aussprachen, hätten sich die Handelsorganisationen durchgesetzt. So seien die heute üblichen Haltbarkeitsdeklarationen zustande gekommen, in denen Temperaturempfehlungen von bis zu $+7^{\circ}\text{C}$ häufig Haltbarkeitszeiten von drei und mehr Wochen gegenüberstehen. In vielen Fällen sei so schon vor Ablauf der angegebenen Frist ein spürbarer Qualitätsabfall eingetreten, der sich in einem merklichen Nachlassen des typischen Brühwurstaromas und einem sauren Geschmack äußere. Schon 1960 hatten Lerche und Großklaus eine maximale Lagerungszeit von 6 Tagen bei Brühwürstchen gefordert, die bei Kühlschranktemperatur aufbewahrt werden. Bartels et al. (1962) schrieben, daß evakuierter Brühwurstaufschnitt bei Kühlagerungstemperaturen von 0 bis $+4^{\circ}\text{C}$ höchstens 3 bis 6 Tage, bei 6 bis 8°C nur 1 bis 2 Tage gelagert werden sollte, Stückware bei 0 bis 4°C

bis zu 2 Wochen bzw. bei 6 bis 8° C nur 1 Woche. Reuter und Tändler (1964) empfahlen Lagerungstemperaturen von max. +4° C für Aufschnitt von Frischwaren. Lerche (1966) gab für Brühwurstaufschnitt bei Temperaturen von +2 bis +4° C Umschlagzeiten von 6 bis 8 Tagen an, für Stückware unter gleichen Lagerungsbedingungen 8 bis 10 Tage. Tändler (1973, 1975) hatte sich für Transport-, Bevorratungs- und Angebotstemperaturen von maximal 4° C bei Haltbarkeitsfristen von höchstens 3 Wochen ausgesprochen. Auch die Untersuchungen von Hechelmann und Bem (1973) sowie Lát und Žárská (1974) an vakuumverpacktem Brühwurst-Aufschnitt führten zu der Forderung nach niedrigeren Lagerungstemperaturen und kürzeren Distributionszeiten. Mantel (1975) stellte im Rahmen der amtlichen Lebensmittelüberwachung bei vorverpackten Brühwurstwaren ebenfalls wiederholt Abweichungen in Geruch und Geschmack fest, die bis hin zum Verderb reichten. Bei Frischwurstaufschnitt vertrat Schwarz (1977) Haltbarkeitszeiten von höchstens 14 Tagen, während er bei Stückware von Frischwurst keine Aussage bezüglich der Verkaufsfristen treffen wollte, da wegen unterschiedlicher Technologien die Haltbarkeiten teilweise erheblich voneinander abweichen.

Zusammenfassend bleibt also festzustellen, daß vakuumverpackte Brühwurstwaren im Rahmen des Selbstbedienungshandels problematisch bezüglich ihrer Qualitätserhaltung sind, da sie häufig unzureichenden Lagerungsbedingungen unterworfen sind. Sie sind vor allem auch deshalb problematisch, weil die amtliche Lebensmittelüberwachung außer der organoleptischen und in begrenztem Umfang mikrobiologischen Befunderhebung derzeit über keine objektiven Kriterien der Qualitätsbeurteilung verfügt.

2.3.2. Amtliche Haltbarkeitsfristen

Die in der Regel zu hohen Lagerungstemperaturen und zu langen Umschlagzeiten bei vorverpackten Fleischerzeugnissen haben in der Schweiz und Österreich zu Konsequenzen in der Legislative geführt.

Hierbei ist zu berücksichtigen, daß der Käufer von vakuumverpackten Waren keine Möglichkeit hat, diese am Verkaufsort an Hand ihres Geruchs zu beurteilen. Das Aussehen der Waren gerade bei Vakuumverpackung steht manchmal in keinem Verhältnis zu ihrer tatsächlichen Beschaffenheit, d.h. schon verdorbene Erzeugnisse können durchaus noch einen völlig einwandfreien, appetitlichen Eindruck erwecken. Daher wurden zum Schutze des Verbrauchers Lagerungstemperaturen und Haltbarkeitsfristen den Erfahrungen der Praxis und den Ergebnissen wissenschaftlicher Untersuchungen angepaßt.

So ist in der Schweizer "Verordnung über die höchstzulässigen Verkaufsfristen für verkaufsfertige Kleinpakungen von Fleischwaren" in der Neufassung vom 1. Juli 1975 (zit. nach Tändler, 1975) u.a. festgelegt:

Die verkaufsfertigen Packungen müssen mit dem Verpackungs- und dem Endverkaufsdatum versehen sein. Die höchstzulässigen Verkaufsfristen richten sich nach der Haltbarkeit des Produktes und sind für die verschiedenen Kategorien der Fleischwaren unter Angabe der maximalen Lagerungstemperaturen gesondert aufgeführt. So beträgt z.B. bei Kühlagerung von max. 5° C die höchstzulässige Verkaufsfrist für Brühwürste und Mortadella-Aufschnitt 10 Tage und für sonstige leicht verderbliche Aufschnittware 6 Tage.

In Österreich existieren vom 23. Juni 1975 die

"Usancen hinsichtlich Mindeshaltbarkeit und Lagerung von vorverpackten Fleisch- und Wurstwaren in für den Letztverbraucher bestimmten Packungen" (Lebensmittel und Ernährung 28 (1975), 183). Hiernach gilt bei max. 6° C für ganze Brühwürste eine Bevorratungszeit von höchstens 20 Tagen, für Brühwurst-Aufschnitt von höchstens 7 Tagen bei derselben Lagerungstemperatur.

Durch diese über Rechtsverordnungen geregelten Haltbarkeitsfristen wird das Problem der Lebensmittelüberwachung hauptsächlich reduziert auf die Kontrolle der Einhaltung dieser Fristen sowie der vorgeschriebenen Lagerungsbedingungen, wobei aber auch hier eine objektive Beurteilung des Qualitätsabfalls bei Brühwurstwaren nicht überflüssig wird.

- 3. E I G E N E U N T E R S U C H U N G E N
- 3.1. M a t e r i a l
- 3.1.1. Verlaufsuntersuchungen

Untersucht wurden Brühwurstwaren von zwei Berliner Fleischwarenfabriken (Fa. A und Fa. B). Das Rohmaterial für diese Produkte setzte sich zusammen aus Schweine- und Rindfleisch sowie Speck. Zugegeben wurden hierzu Eis, Nitritpökelsalz und Gewürzmischungen. Letztere enthielten bei der Fa. A Glukose als Träger der Gewürzstoffe. Die Glukoseendkonzentration im fertigen Produkt betrug ca. 1 %. Die Fa. B verwendete Naturgewürze ohne Träger aber mit Zusatz von Trockenstärkesirup, dessen Konzentration im Fertigerzeugnis etwa 0,6 % ausmachte.

Die höher kalibrierten Waren (Mortadella und Bierschinken) wurden im Kochschrank erhitzt, während die Würstchen in Atmosanlagen heißgeräuchert wurden.

Die Hülle der Würstchen bestand aus Naturdarm bzw. eßbaren Naturinsaitlingen. Mortadella und Bierschinken befanden sich in Kunstdärmen, die vor dem Aufschneiden entfernt wurden.

Die Verpackung der Waren erfolgte bei der Fa. A in transparenten polyäthylenbeschichteten, tiefgezogenen Polyesterfolien. Die Fa. B benutzte für den Brühwurstaufschnitt polyäthylenkaschierte Alufolien mit transparenten Deckfolien. Die Würstchen waren wie die der Fa. A verpackt, nur war die Deckfolie eingefärbt.

Das Gewicht der einzelnen Packungen lag bei der Aufschnittware um 100 g, bei den Würstchen zwischen 150 und 200 g.

Von jeder Charge wurde eine größere Anzahl von Packungen am Verpackungstag entnommen und in Kühltaschen zum Untersuchungsort transportiert. Da wegen des zusätzlichen Aufschneidevorgangs die

Aufschnittware stärker kontaminiert ist als die Stückware*, wurden bewußt beide Warengruppen in die Untersuchung einbezogen.

Die Anzahl der am Verpackungstag entnommenen Proben sowie das Verpackungsdatum sind aus der Tabelle 1 zu ersehen.

Tab. 1			
Fa. A	Mortadella	Bierschinken	Würstchen
11.Aug.76	60 Packungen	30 Packungen	30 Packungen
31.Aug.76	62 Packungen	32 Packungen	32 Packungen
22.Sept.76	64 Packungen	32 Packungen	32 Packungen
Fa. B			
21.Febr.77	30 Packungen	30 Packungen	30 Packungen

Entsprechend den vorgesehen Untersuchungstagen wurde ein Teil der Proben bei 7° C im Kühlschrank aufbewahrt, der andere Teil wurde unter Lichtabschluß bei Zimmertemperatur gelagert. Alle Proben waren bei Lagerungsbeginn ordnungsgemäß evakuiert. Die Siegelränder waren unbeschädigt.

3.1.2. Einzeluntersuchungen

Die "Einzelproben" stammten aus mehreren Berliner Lebensmittelgeschäften bzw. -abteilungen großer Warenhäuser. Hersteller waren 7 verschiedene überregionale Betriebe, von denen 6 in der Bundesrepublik und 1 in West-Berlin angesiedelt waren.

Die Proben wurden bei der angegebenen maximalen

* Die Würstchen werden im folgenden im Gegensatz zu den in Scheiben geschnittenen Erzeugnissen auch als "Stückware" bezeichnet.

Lagerungstemperatur, ausnahmslos $+7^{\circ}\text{C}$, bis zu dem vom Hersteller gekennzeichneten Mindesthaltbarkeitsdatum aufbewahrt und dann untersucht. Wegen der getrennt erfolgenden mikrobiologischen und chemischen Untersuchung wurden jeweils 2 gleichartige Proben desselben Herstellers mit demselben Mindesthaltbarkeitsdatum gekauft. Dabei wurde unterstellt, daß diese beiden Proben der gleichen Charge entstammten und deshalb sowohl gleichen Verarbeitungs- als auch Lagerungsbedingungen unterworfen waren. Insgesamt gelangten 12 x 2 Einzelproben von 7 verschiedenen Herstellern zur Untersuchung, jeweils 4 x 2 Packungen Mortadella, Bierschinken und Brühwürstchen.

3.2. M e t h o d i k

3.2.1. Keimzahlbestimmung

3.2.1.1. Probenentnahme und Probenaufbereitung

Von jeder Probe wurden 30 g in einen sterilen Einwegbeutel aus Polyäthylen eingewogen, wobei darauf geachtet wurde, daß Rand- und Innenpartien der Würste gleichermaßen berücksichtigt wurden. Die Verdünnung erfolgte mit 0,1 %igem Peptonwasser, dem 0,075 % Agarpulver (Oxoid) zugesetzt waren, im Verhältnis 1:5. Das Homogenisieren wurde eine Minute lang mit dem von Sharpe und Jackson (1972) entwickelten Colworth "Stomacher 400" (A.J. Seward, London) durchgeführt. Vergleichende Untersuchungen haben gezeigt, daß die Keimausbeute mit Ausnahme von fettreichen Lebensmitteln bei dieser Zerkleinerungsart ebenso hoch ist wie bei anderen Methoden, zum Teil sogar bessere Ergebnisse aufweist. Außerdem reduziert der Stomacher den Arbeitsaufwand erheblich, ist

leicht und ungefährlich zu handhaben und führt zu einem nur unwesentlichen Temperaturanstieg während des Zerkleinerungsvorganges (Sharpe and Jackson, 1972; Baumgart, 1973; Tuttlebee, 1975).

Da auch nach längerem Stehenlassen des Homogenisats keine ausreichende Scheidung zwischen fester und flüssiger Phase eintrat, die ein Abpipettieren der für die weitere Verdünnung benötigten Flüssigkeitsmenge erlaubt hätte, wurde ein Teil der flüssigen Phase durch Abgießen in einen sterilen Glaszylinder gewonnen, wobei feste Bestandteile durch Zusammenpressen des Plastikbeutels weitgehend zurückgehalten wurden.

Die Verdünnungsreihen wurden dann in Zehnerpotenzen in Reagenzgläsern hergestellt, wobei eine gute Vermischung mit dem Whirl Mix (Firma Cenco) und durch mehrfaches Aufziehen und Auslaufenlassen mit 1 ml-Pipetten erfolgte.

3.2.1.2. Kulturverfahren

Folgende Medien wurden zur Keimzahlbestimmung und zur Differenzierung der verschiedenen Keimgruppen benutzt:

Tab. 2:

Nährmedium	Mikroorganismen	Bebrütung	
		Dauer	Temperatur
Isoagar	Gesamtflora	48 h	30° C
Pc-Agar	Gesamtflora	48 h	30° C
La-Agar	Laktobazillen	48 h	30° C
LS-Agar	Laktobazillen	48 h +24 h	30° C Zimmertemp.
Laktoagar	Laktobazillen	48 h +48 h	30° C Zimmertemp.
To-Agar	Laktobazillen	48 h	30° C
En-Agar	Enterokokken	48 h	37° C
KRANEP-Agar	Mikrokokken, eigeltbpos. Staphylokokken	48 h	37° C
VG-Agar	Entero- bacteriaceae	18-24 h	37° C
W-Agar	Hefen	72 h +48 h	30° C Zimmertemp.

Isoagar = Pepton-Fleischextrakt-Hefeextrakt-Glukose-Agar nach Reuter (1968). Neben der aeroben erfolgte auch eine mikroaerobe Bebrütung im Exsikkator, der nach der Evakuierung mit Leuchtgas gefüllt wurde.

Pc-Agar = Plate-Count-Agar (Caseinpepton-Glucose-Hefeextrakt-Agar). Fertignährboden der Firma Merck (vgl. Merck, Mikrobiologisches Handbuch). Es wurde aerob und mikroaerob bebrütet.

La-Agar = Laktobazillenagar nach Reuter (1970b). Neben der aeroben wurde auch hier eine mikroaerobe Bebrütung vorgenommen. Nach dem Auszählen wurden die Kolonien der höchsten Verdünnungsstufe mit 3 %igem H_2O_2 auf ihr Katalasebildungsvermögen überprüft. Eine dritte Laktobazillen-

agarplatte wurde außerdem nach der Kultivierung mit einer dünnen Schicht des gleichen auf 55° C temperierten Agars überschichtet, um den Laktobazillen ein optimales Wachstumsmilieu zu sichern.

LS-Agar = Laktobazillenagar mit einem Zusatz von 0,04 % Sorbinsäure und einer pH-Werteinstellung auf 5,0 (Reuter 1970b).

Lactoagar = Dieser Agar nach Deak (1973) wurde geringfügig modifiziert. Statt des Kaliumsorbats wurde die gleiche Menge Sorbinsäure eingesetzt. Dieses Medium zeichnete sich durch ausgeprägte Kolonienunterschiede aus.

To-Agar = Tomatensaftagar nach Briggs (1953).
Fertignährboden der Firma Merck.

En-Agar = Citrat-Azid-Tween-Karbonat-Medium nach Reuter (1968).

KRANEP-Agar = Kaliumrhodanid-Actidione-Natriumazid-Eigelb-Pyruvat-Agar nach Sinell und Baumgart (1967).

VG-Agar = Kristallviolett-Neutralrot-Galle-Glucose-Agar (Violet Red Bile Dextrose Agar) nach Mossel et al. (1962, 1963).
Fertignährboden der Firma Merck mit Zusatz von 2 % Glucose.

W-Agar = Würzeagar. Fertignährboden der Firma Merck (vgl. Merck, Mikrobiologisches Handbuch). Die als Hefen angesehenen Kolonien wurden nach Gram gefärbt und mikroskopisch untersucht.

Die Beimpfung der im Brutschrank vorgetrockneten Nährbodenplatten wurde nach dem Tropfverfahren (drop-plating) vorgenommen, wobei jeweils 0,05 ml von 6 aufeinanderfolgenden Verdünnungsstufen auf

die entsprechend gekennzeichneten Sektoren aufgetragen wurden (Reuter 1970e). Nach dem Eintrocknen des mit der Pipette ausgezogenen Tropfens wurden die Platten die für das betreffende Selektivmedium vorgeschriebene Zeit bei 30° bzw. 37° C bebrütet.

3.2.1.3. Auswertung

Zur Auswertung gelangten die bewachsenen Flächen zweier aufeinanderfolgender Verdünnungsstufen, auf denen zwischen 1 und 100 gut zählbare Kolonien vorhanden waren. Um die Kolonienzahl der unteren Verdünnungsstufe stärker zu berücksichtigen, wurde die Berechnung der Keimzahl nach dem Schema von Farmiloe et al. (1954) vorgenommen. Hierbei müssen die Kolonienzahlen vorher mit 2 multipliziert werden, da nur 0,05 ml auf die Zählfläche verbracht wurden.

$$N = \frac{(x^{-n} + y^{-(n+1)}) \times 10}{11} \times 10^n$$

Hierbei ist:

N die Gesamtzahl der Keime pro g
Probenmaterial,

x^{-n} und $y^{-(n+1)}$ die ausgezählten Kolonien
der beiden aufeinanderfolgenden Verdünnungsstufen.

3.2.2. Pyruvatbestimmung*

*Die Pyruvatbestimmung wurde freundlicherweise vom Institut für Hygiene der Bundesanstalt für Milcforschung in Kiel vorgenommen.

3.2.2.1. Prinzip

Pyruvat (Benztraubensäure) wird durch reduziertes Nicotinamid-adenin-dinucleotid (NADH) in Gegenwart des Enzyms L-Lactat-Dehydrogenase (L-LDH) zu Lactat reduziert. Es liegt die gleiche chemische Reaktion vor wie bei der Milchsäurebestimmung, nur in umgekehrter Richtung.



NADH dient hier als Meßgröße, und zwar wird sein Verbrauch bestimmt. Neben der photometrischen Messung auf Grund seines Absorptionsmaximums bei 340 nm kann auch die fluorometrische Bestimmung wegen seiner Fluoreszenz bei 355 nm erfolgen (Stahlhut-Klipp, 1975).

Die Messung der Pyruvatmenge in den Wurstproben wurde in der kontinuierlichen Durchflußanalyse im Auto-Analyser vorgenommen (vgl. Suhren et al., 1976).

3.2.2.2. Probenaufbereitung

Um die Stabilisierung des Pyruvat-Pools während des Versandes nach Kiel zu sichern, wurde eine bestimmte Menge des Probenmaterials im Verhältnis 1 + 10 mit 10 %iger Trichloressigsäure versetzt und mit dem Ultra-Turrax (Janke und Kunkel KG, Staufen i. Br.) homogenisiert. Das Homogenisat wurde anschließend filtriert (Selecta Faltenfilter Nr. 2329 1/2) und 10 ml der klaren Lösung in einem dicht schließenden Reagenzröhrchen aus Polypropylen (Firma Greiner, Nürtingen) in geeigneter Verpackung zur Untersuchung versandt.

3.2.3. Lactatbestimmung

3.2.3.1. Prinzip

L- bzw. D-Milchsäure (Lactat) wird durch das Enzym L- bzw. D-Lactat-Dehydrogenase (LDH) in Gegenwart von Nicotinamid-adenin-dinucleotid (NAD) zu Pyruvat oxidiert.



Da das Gleichgewicht dieser Reaktion auf Seiten des Lactats und des NAD liegt, wird mit Hilfe einer nachgeschalteten Reaktion das Pyruvat abgefangen und so das Gleichgewicht auf die Seite des Pyruvats verschoben.



Da die während der Reaktion gebildete NADH-Menge der L- bzw. D-Milchsäure äquivalent ist, kann das NADH als Meßgröße dienen, indem die Zunahme der Absorption von durchfallendem Licht der Wellenlänge 340 nm spektralphotometrisch bestimmt wird (Boehringer Mannheim, 1975/1976).

3.2.3.2. Probenaufbereitung

Während der Probenaufbereitung für die mikrobiologische Untersuchung wurde zu jeder Probe eine entsprechende Zweitprobe eingefroren und bei -18 bis -24° C bis zum Zeitpunkt der chemischen Untersuchung gelagert.

Nach dem Auftauen im Wasserbad bei 50° C für ca. 5 Minuten wurde diese Proben mit der Moulinette (Firma Moulinex) soweit zerkleinert, daß sie eine homogene Konsistenz annahmen. Anschließend wurde

die benötigte Menge, zwischen 2 und 8 g, in einen Erlenmeyerkolben eingewogen und nach Zusatz von 10 bis 50 ml Aqua dest., diese Menge war vom Verdünnungsgrad abhängig, mit dem Ultra-Turrax homogenisiert. Die Extraktion erfolgte dann für 20 Minuten im Wasserbad bei $60 \pm 5^{\circ}$ C. Das Homogenisat wurde danach 10 Minuten bei 5000 Umdrehungen pro Minute zentrifugiert. Nach Abfüllen des Überstandes in Meßkolben durch Selecta Faltenfilter Nr. 2329 1/2 und gründlichem Ausspülen der Zentrifugenröhrchen wurden die Meßkolben mit Aqua dest. bis zur Marke aufgefüllt. Nach weiterem zweimaligem Filtrieren mit Selecta Faltenfiltern Nr. 593 1/2 konnte die klare Lösung zum Test eingesetzt werden.

Die Messung erfolgte mit dem Spektralphotometer PM Q II der Firma Zeiss.

3.2.3.3. Reagenzien

Eingesetzt wurden die Reagenzien der Firma Boehringer Mannheim GmbH zur Bestimmung von L- und D-Milchsäure in Lebensmitteln (Boehringer Mannheim, 1975/1976).

Lösung 1: Glycylglycin-Puffer, L-Glutaminsäure, Stabilisatoren

Lösung 2: Nicotinamid-adenin-dinucleotid (NAD)

Lösung 3: Glutamat-Pyruvat-Transaminase (GPT)

Lösung 4: L-Lactat-Dehydrogenase (L-LDH)

Lösung 5: D-Lactat-Dehydrogenase (D-LDH)

Außerdem standen als Eichsubstanzen eine 0,5 mM L-Lactat-Standardlösung und das D-Lactat-Li-Salz zur Verfügung.

3.2.3.4. Bestimmungsansatz

Wellenlänge: 340 nm

Glasküvette: 1 cm Schichtdicke

Temperatur : 20 bis 22^o C

Testvolumen: 2,34 ml bei der L-Milchsäurebe-
bestimmung

2,37 ml bei der D-Milchsäurebe-
bestimmung

Messung : gegen Luft

3.2.3.4.1. L-Lactatbestimmung

Puffer (1): 1 ml; NAD (2): 0,2 ml;

GPT (3): 0,02 ml; Wasser: 1 ml; Probelösung:
0,1 ml.

Die angegebenen Mengen wurden mit Kolbenhub-
pipetten der Eppendorf Gerätebau Netheler + Hinz
GmbH aus Hamburg in die Glasküvetten pipettiert
und mit einem Plastikspatel gut durchmischt. Nach
5 Minuten wurden die Extinktionen (E_1) der LÖ-
sungen gemessen. Dann wurde die Reaktion durch
Zugabe von 0,02 ml L-LDH (4) gestartet. Es wurde
erneut durchmischt und dann nach 10 Minuten die
Extinktionen (E_2) gemessen.

3.2.3.4.2. D-Lactatbestimmung

Die D-Milchsäurebestimmung verlief in der ersten
Phase wie die der L-Milchsäure. Dann wurden
0,05 ml D-LDH (5) hinzugegeben, und die Extink-
tionen (E_2) wurden erst nach 20 Minuten abgelesen.

3.2.3.4.3. Bestimmung des Leerwertes

Die Bestimmung des Leerwertes war wie die der L- bzw. D-Milchsäurebestimmung, nur wurde statt der Probelösung 0,1 ml Wasser eingesetzt.

3.2.3.5. Ermittlung der Lactatwerte

3.2.3.5.1. Berechnung nach dem Lambert-Beer'schen Gesetz

Die Berechnung der Konzentrationen einer Substanz bei absorptionsphotometrischen Messungen in verdünnten Lösungen basieren auf dem Lambert-Beer'schen Gesetz.

Hiernach werden die Milchsäurekonzentrationen (c) nach folgender Gleichung berechnet:

$$c = \frac{V \times MG \times 10^5}{e \times d \times v} \times dE \quad [\text{mg}/100 \text{ ml}]$$

dE = Extinktionsdifferenz der Extinktionsdifferenzen ($E_2 - E_1$) von Proben und Leerwert ($dE_p - dE_L$)

V = Testvolumen [ml]

v = Probevolumen [ml]

MG = Molekulargewicht der zu bestimmenden Substanz

d = Schichtdicke der Küvette [cm]

e = Extinktionskoeffizient von NADH bei 340 nm
= $6,22 \times 10^6$ [cm^2/Mol]

Hieraus ergibt sich für die

L-Milchsäure:

$$c = \frac{2,34 \times 90,01 \times 10^5}{6,22 \times 10^6 \times 1 \times 0,1} \times dE \quad [\text{mg}/100 \text{ ml}]$$
$$= 33,9 \times dE \quad [\text{mg}/100 \text{ ml}]$$

D-Milchsäure:

$$c = \frac{2,37 \times 90,01 \times 10^5}{6,22 \times 10^6 \times 1 \times 0,1} \times dE \text{ [mg/100 ml]}$$

$$= 34,3 \times dE \text{ [mg/100 ml]}$$

3.2.3.5.2. Eichkurve

Um eine L- bzw. D-Lactat-Eichkurve aufzustellen, wurden jeweils 40 Milchsäurebestimmungen mit folgenden eingestellten Konzentrationen durchgeführt: 0.0, 0.9, 4.5, 9.0, 13.5, 18.0, 22.5 und 27.0 mg L- bzw. D-Lactat/100 ml Wasser.

Jede Konzentration wurde durch Verdünnung aus einer Ausgangslösung mit 45 mg L- bzw. D-Lactat/100 ml Wasser gewonnen. Insgesamt wurden 5 verschiedene solcher Stammlösungen hergestellt.

Während die L-Lactat-Eichsubstanz schon in einer 0.5 mM Lösung vom Hersteller geliefert wurde, mußte das D-Lactat-Li-Salz zur Herstellung der Ausgangskonzentration mit einer Präzisionswaage ($d = 0.01 \text{ mg}$) eingewogen werden.

In der folgenden Tabelle ist die Beziehung zwischen der eingestellten (A) und der nach dem Lambert-Beer'schen Gesetz (s.o.) berechneten (B) Milchsäurekonzentration angegeben.

Tab. 3:

A	B	% B von A	B	% B von A
	(L-Lactat)		(D-Lactat)	
0.00	0.00	-	0.00	-
0.90	0.78	86.7	0.75	83.3
4.50	4.31	95.7	4.05	90.0
9.00	8.81	97.8	8.13	90.3
13.50	12.81	94.9	12.04	89.2
18.00	16.95	94.2	15.88	88.2
22.50	20.85	92.7	19.69	87.5
27.00	24.37	90.3	23.19	85.9

Aus dieser Tabelle geht hervor, daß die berechneten L-Milchsäurekonzentrationen zwischen 87 und 98 % der eingestellten Menge erreichten bzw. bei der D-Milchsäure zwischen 83 und 90 %.

Der niedrigere Wert bei den D-Milchsäurekonzentrationen könnte auf einen ähnlichen Vorgang zurückzuführen sein wie er von Röschke (1977) für das Pyruvat vermutet worden ist.

Aus der Tabelle ist weiterhin zu ersehen, daß der günstigste Meßbereich für die L- und die D-Lactat-Bestimmung zwischen 4,5 und 18,0 mg Lactat/100 ml liegt, da hier die gemessenen Konzentrationen annähernd linear zu den eingesetzten Lactatmengen verlaufen.

Da bei der Untersuchung der Wurstproben der Milchsäuregehalt nur schwer abzuschätzen war, wurden auch teilweise Werte gemessen, die außerhalb dieses linearen Bereiches lagen. Aus diesem Grunde wurde die Berechnung des Milchsäuregehalts in den Proben an Hand der Eichwerte vorgenommen.

In der folgenden Tabelle sind die ermittelten Extinktionsdifferenzen ($E_2 - E_1$) der Milchsäure-

konzentrationen (C) für die 5 verschiedenen Ansätze zusammengestellt.

Tab. 4:					
(L-Lactat) E_2-E_1					
C	1	2	3	4	5
0.0	0.015	0.014	0.013	0.017	0.019
0.9	0.038	0.041	0.035	0.038	0.039
4.5	0.143	0.142	0.143	0.135	0.149
9.0	0.279	0.274	0.269	0.273	0.282
13.5	0.393	0.394	0.388	0.388	0.400
18.0	0.527	0.512	0.505	0.511	0.519
22.5	0.635	0.633	0.618	0.624	0.639
27.0	0.740	0.734	0.728	0.734	0.733
(D-Lactat) E_2-E_1					
C	1	2	3	4	5
0.0	0.008	0.010	0.010	0.008	0.009
0.9	0.032	0.032	0.031	0.029	0.030
4.5	0.130	0.131	0.123	0.125	0.127
9.0	0.250	0.246	0.238	0.251	0.245
13.5	0.362	0.371	0.360	0.356	0.353
18.0	0.466	0.484	0.470	0.465	0.473
22.5	0.575	0.608	0.581	0.575	0.578
27.0	0.683	0.700	0.678	0.688	0.674

Für die angegebenen Werte wurden die Regressionsgeraden ermittelt.

Danach gilt für die L-Milchsäurewerte:

$$y = 0.021894 + 0.026912 x$$

Für die D-Milchsäurewerte gilt:

$$y = 0.013235 + 0.025231 x$$

Hierbei stellt x die Konzentration und y die Extinktionsdifferenz dar. Die Angabe erfolgt in g/100 ml.

Um die bei der Probenaufbereitung vorgenommene Verdünnung zu berücksichtigen, muß die auf diese Weise berechnete Milchsäurekonzentration noch durch den Faktor F dividiert werden, wobei für F gilt:

$$F = \frac{\text{Einwaage}}{\text{Wasser}} \quad [\text{g}/100 \text{ ml}]$$

Der Milchsäuregehalt wird dann in mg Lactat/g Probe angegeben.

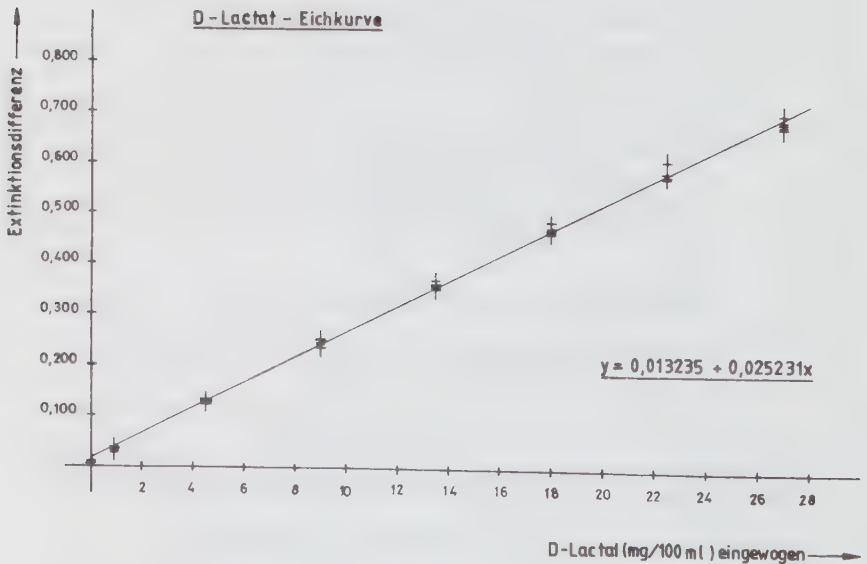
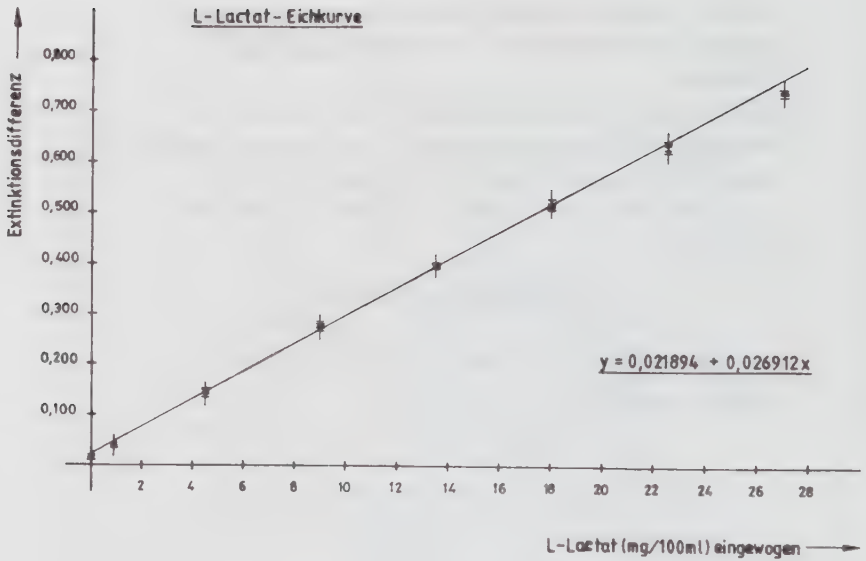


Abb. 1

3.2.4. pH-Wert-Messung

Die Bestimmung des pH-Wertes wurde zweimal durchgeführt.

Bei der Probenaufbereitung für die mikrobiologische Untersuchung wurde der pH-Wert nach dem Einwiegen an dem verbliebenen, unzerkleinerten Probenmaterial bestimmt. Dieses erfolgte mit dem Digital-pH-Meter von Knick in Verbindung mit einer konusförmigen Glaselektrode von Ingold. Die pH-Wert-Messung wurde bei der chemischen Untersuchung nach der Zerkleinerung des Probenmaterials mit der Moulinette mit einem Präzisions-pH-Meter von Knick und einer Stichelektrode von Ingold vorgenommen.

3.2.5. Sensorische Untersuchung

Die organoleptischen Befunde wurden bei den für die mikrobiologische Untersuchung bestimmten Proben in der Regel von drei bis vier Personen erhoben. Die Geruchsprobe wurde sofort nach dem Öffnen der Packung vorgenommen, die Geschmacksuntersuchung wurde nach dem Einwiegen durchgeführt.

Außerdem wurde auf das Aussehen des Wurstmaterials, Farbe und Menge des ausgetretenen Fleischsaftes sowie Gas- und Schleimbildung geachtet.

Bei der chemischen Untersuchung der Parallelproben wurden nach dem Aufschneiden der Packung nur die Geruchsabweichungen festgestellt. Das Aussehen der Probe und ungefähre Menge des Fleischsaftes waren schon vor dem Einfrieren registriert worden.

3.3. U n t e r s u c h u n g s e r g e b n i s s e

Die Untersuchungsergebnisse sind in ihrer Gesamtheit tabellarisch im Anhang zusammengestellt.

3.3.1. Verlaufsuntersuchungen

3.3.1.1. Keimzahlen

Sämtliche Keimzahlen beziehen sich auf ein Gramm des Untersuchungsmaterials und sind in den zeichnerischen Darstellungen als dekadische Logarithmen angegeben.

3.3.1.1.1. Gesamtkeimzahlen und Laktobazillen

Die differenzierte Bestimmung des Keimgehaltes ergab, daß der Gesamtkeimgehalt im wesentlichen aus Laktobazillen bestand. Die Besprechung dieser beiden Größen - Gesamtkeimzahl und Laktobazillen - erfolgt daher gemeinsam.

Die in den Zeichnungen dargestellten Laktobazillenzahlen entsprechen deren Wachstum auf dem Laktobazillennagar unter aeroben Verhältnissen. Wie die Abbildungen 2 bis 5 zeigen, verlief die Zunahme der Keimzahlen bei allen Verlaufsuntersuchungen insofern annähernd gleichartig, als nach einem von der Lagerungstemperatur abhängigen mehr oder weniger steilen Anstieg bei etwa 10^8 Keimen/g ein Plateau erreicht war. Keimzahlen von 10^9 /g und darüber waren nur selten zu finden.

Die Würstchen zeichneten sich gegenüber der Aufschnittware durch einen meist niedrigeren Anfangs-keimgehalt aus. Auch war das Keimwachstum bei beiden Aufbewahrungstemperaturen in der ersten Phase der Lagerung schwächer, und die Keimzahlen

lagen im weiteren Verlauf im Schnitt unter denen der Aufschnittware.

Auffällig war das stark verzögerte Keimwachstum des Brühwurst-Aufschnitts der Firma A vom 22.9.76 bei Kühlagerung (vgl. Anhang: Nr. 20, 21, 25). Er zeigte auch einen niedrigeren Ursprungskeimgehalt als die übrige Aufschnittware der Fa. A.

Im Gegensatz hierzu stand das Verhalten der Stückware der Fa. A vom gleichen Verpackungstag (vgl. Anhang: Nr. 29). Bei höherer Anfangskontamination fand bei 7° C eine schnellere Keimvermehrung statt als bei den anderen Brühwürstchenchargen der Firma A.

Die Aufschnittwaren der beiden Hersteller verhielten sich bezüglich der Zunahme ihres Keimgehaltes ähnlich. Die Stückware der Fa. B zeigte jedoch gegenüber der der Firma A einen deutlich verzögerten Keimzahlenanstieg, ebenfalls verbunden mit einer verhältnismäßig niedrigen Keimrate am Verpackungstag.

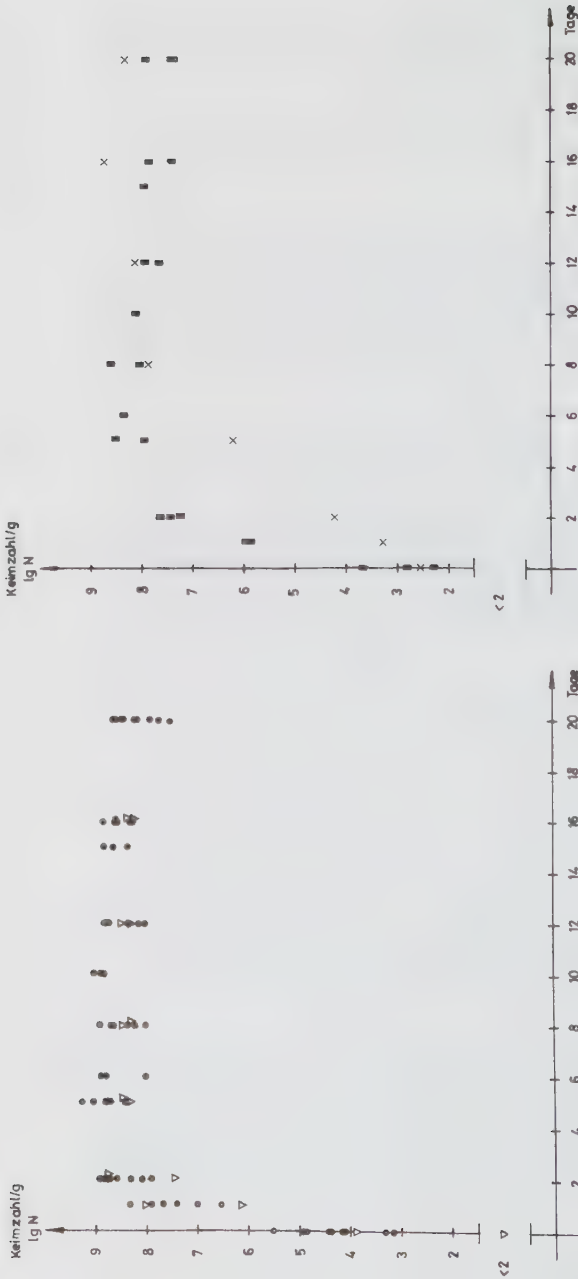


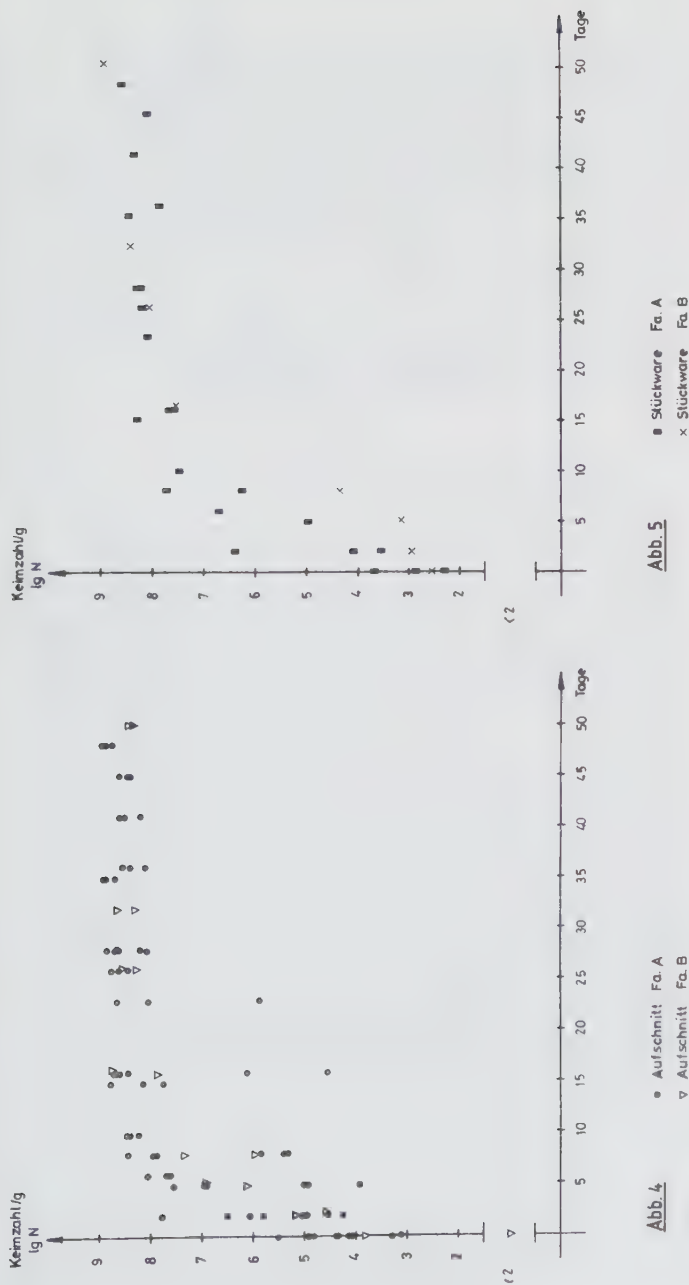
Abb. 2

● Aufschnitt Fa. A
▽ Aufschnitt Fa. B

Abb. 3

■ Stückware Fa. A
× Stückware Fa. B

Entwicklung der Laktobazillenflora : Lagerung bei 22-25°C



Entwicklung der Laktobazillenflora: Lagerung bei 7° C

3.3.1.1.2. Enterokokken (vgl. Tab. 5 und Abb. 6-8)

Am Verpackungstag lagen die Enterokokkenzahlen meist unterhalb der Nachweisgrenze von 10^2 /g. Im Verlauf der Lagerung bei Zimmertemperatur stieg ihre Zahl bei der Aufschnittware der Fa. A auf 10^4 bis 10^6 Keime/g, bei der Fa. B auf über 10^7 /g. Bei den Brühwürstchen lag ihr Gehalt in der Regel unter 10^4 Keimen/g, nur bei denen des Herstellers B über 10^6 /g. Bei Kühl Lagerung waren Enterokokken nur bei der Aufschnittware der Fa. B bis zu einer Größenordnung von 10^4 Keimen/g nachzuweisen.

3.3.1.1.3. Mikrokokken (vgl. Tab. 5 und Abb. 6-8)

Auch die Mikrokokken waren direkt im Anschluß an die Verpackung nicht über 10^2 /g vorhanden. Bei 22 bis 25° C wiesen sie in der Aufschnittware A maximale Keimgehalte unter 10^5 /g auf. Auch sanken sie in der 3. Lagerungswoche wieder unter die Nachweisgrenze. Die Aufschnittware B erzielte bei derselben Lagerungstemperatur Werte über 10^5 /g.

Bei der Stückware spielten die Mikrokokken nur bei den Produkten der Fa. B eine nennenswerte Rolle, wo sie bis zu 10^5 Keimen/g in der 3. Lagerungswoche bei Zimmertemperatur erreichten. Bei Kühl Lagerung hingegen waren sie in geringer Menge, unter 10^3 /g, nur bei der Ware des Herstellers A vorhanden. Eigelbpositive Staphylokokken wurden oberhalb der Nachweisgrenze von 10^2 /g nicht gefunden.

3.3.1.1.4. Enterobacteriaceae (vgl. Tab. 5 und Abb. 6-8)

Enterobacteriaceae waren nur bei dem Brühwurst-Aufschnitt der Fa. B bedeutend. Hier erreichten sie bei 22 bis 25° C äußerst hohe Werte zwischen 10^6 und 10^8 /g in der 2. Lagerungswoche. Bei 7° C lagen die Zahlen dieser Keimgruppe im Schnitt unter 10^4 /g.

3.3.1.1.5. Hefen (vgl. Anhang)

Die Hefen waren unbedeutend. Sie lagen meist unter der Nachweisgrenze von 10^2 /g.

Tab. 5:

Lagerungs- tage	Aufschnittware						Stückware					
	Firma A			Firma B			Firma A			Firma B		
	Entero- kokken	Mikro- kokken	Entero- bact.	Entero- kokken	Mikro- kokken	Entero- bact.	Entero- kokken	Mikro- kokken	Entero- bact.	Entero- kokken	Mikro- kokken	Entero- bact.
0	2.00	2.00	2.00	2.37	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00*
1- 2	4.40	3.87	2.30	4.65	2.00	4.13	3.30	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00
5- 6	6.08	4.26	2.00	6.25	3.02	7.86	3.46	3.08	2.00	3.46*	3.11*	4.86*
8-12	5.55	2.30	2.00	7.03	5.25	6.61	2.60	2.00	2.00	6.16	3.97	2.00
15-16	5.36	2.00	2.00	7.37	3.69	7.01	4.00	2.00	2.00	5.30*	4.85*	2.00*
20	5.40	2.00	2.00				2.00	2.00	2.00	4.26*	4.34*	2.00*
0	2.00	2.00	2.00	2.37	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00*	2.00*	2.00*
2- 6	2.00	2.67	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.15	2.00	2.00	2.00	2.00
8-16	2.00	2.69	2.00	3.10	2.00	2.86	2.00	2.15	2.00	2.00	2.00	2.00
23-36	2.00	2.45	2.00	3.71	2.00	3.32	2.00	2.15	2.00	2.00	2.00	2.00
über 40	2.00	2.00	2.00	3.74	2.15	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00*	2.00*	2.00*

Logarithmen der Keimzahlen: Medianwerte

untere Nachweisgrenze: 2.00, dieser Wert in der Tabelle entspricht Keimgehalten unter 2.0

* Einzelwert

Lagerung bei
22 bis 25° C

Lagerung bei
7° C

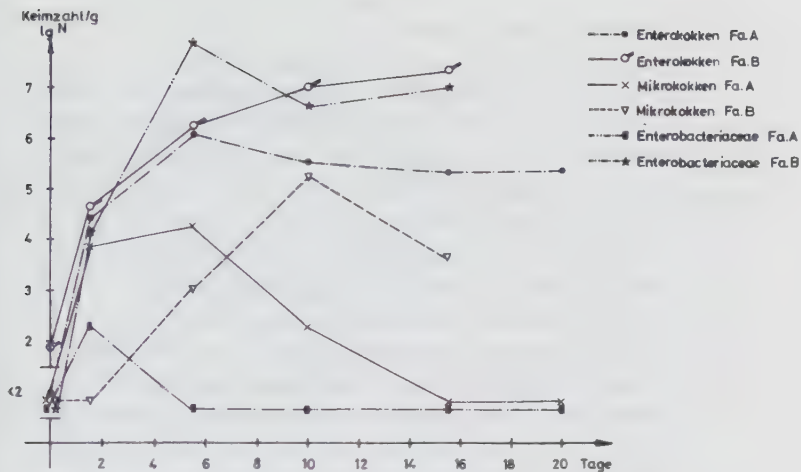


Abb. 6

Entwicklung der Mikroflora der Aufschnittware: Lagerung bei 22-25°C (Medianwerte, vgl. Tab. 5)

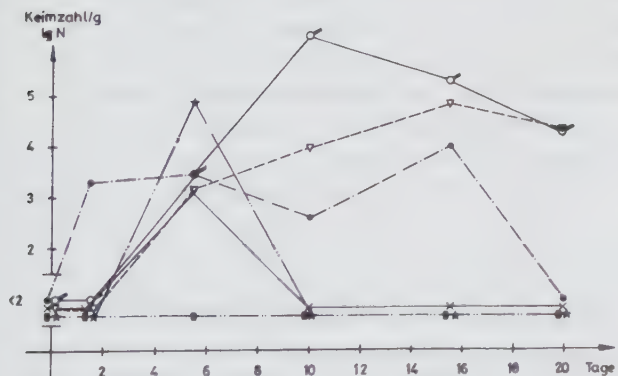


Abb. 7

Entwicklung der Mikroflora der Stückware: Lagerung bei 22-25°C (Medianwerte, vgl. Tab. 5)

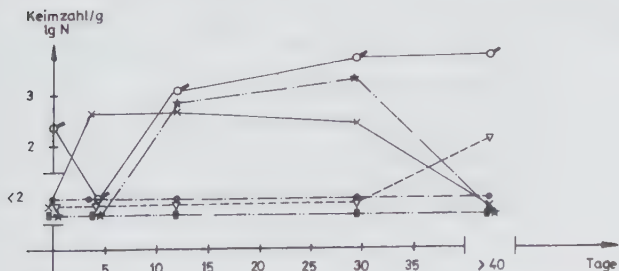


Abb. 8

Entwicklung der Mikroflora der Aufschnittware: Lagerung bei 7°C (Medianwerte, vgl. Tab. 5)

3.3.1.2. Pyruvat (vgl. Anhang)

Der Pyruvatgehalt der Brühwurstproben lag hauptsächlich im Bereich von etwa 5 bis 30 $\mu\text{g/g}$ Wurst. Hierbei schienen weder die Art der Herstellung noch die Lagerungstemperaturen einen signifikanten Einfluß zu haben.

Am Verpackungstag war die Brenztraubensäure in einer Konzentration von durchschnittlich 5 bis 15 $\mu\text{g/g}$ vorhanden.

Bei der Aufschnittware kam es bei beiden Lagerungstemperaturen meist schon in der ersten Woche zu einem Anstieg auf über 20 μg Pyruvat/g. In der 3. Lagerungswoche sank die Brenztraubensäure jedoch wieder unter diesen Wert.

Die Stückware der Firma B zeichnete sich durch einen vergleichsweise niedrigen Pyruvatgehalt unter 10 $\mu\text{g/g}$ während der gesamten Lagerungsdauer bei 22 bis 25° C und bei 7° C aus. Auch in der Stückware der Firma A stieg die Brenztraubensäure im Verlauf der Lagerung kaum an, lag aber über 10 $\mu\text{g/g}$.

3.3.1.3. Lactat

3.3.1.3.1. L-Lactat (vgl. Tab. 6 und Abb. 9 und 10)

Im Verlauf der Lagerung bei Zimmertemperatur traten zwischen der Aufschnittware der beiden Herstellerbetriebe deutliche Unterschiede im L-Milchsäuregehalt auf. Bei Kühlagerung sowie bei der Stückware wurde dieses nicht beobachtet.

Die Lagerungstemperaturen hatten einen starken Einfluß auf die Bildung des L-Lactats. Bei der Aufschnittware A lag die L-Milchsäurekonzentration am Verpackungstag zwischen 2 und 4 mg/g, beim Bierschinken wesentlich höher als bei der Mortadella. Im Verlauf der Lagerung bei 22 bis 25° C kam es dann zu einem Anstieg auf über 6 mg L-Lactat/g Probenmaterial, unabhängig von der Aufschnittsorte.

Die Konzentration der L-Milchsäure beim Bierschinken-Aufschnitt der Fa. B erreichte bei derselben Lagerungstemperatur nur etwa 5 mg/g und sank gegen Ende der 2. Lagerungswoche wieder unter 4 mg/g. Der Mortadella-Aufschnitt desselben Herstellers überschritt demgegenüber nie den Wert von 3,5 mg L-Milchsäure/g.

Die nicht aufgeschnittenen Brühwürstchen beider Hersteller wiesen einen anfänglichen L-Milchsäuregehalt zwischen 2 und 3 mg/g auf. Gegen Ende der 3. Lagerungswoche hatte die L-Lactat-Menge bei 22 bis 25° C auf etwa 6 mg/g zugenommen.

Bei Kühl Lagerung war eine deutliche Hemmung in der L-Milchsäurebildung zu beobachten. Diese war besonders ausgeprägt bei den Waren der Fa. A und bei der Stückware beider Hersteller.

Maximale L-Milchsäurekonzentrationen von 4,5 bis 5,5 mg/g waren nur beim Bierschinken-Aufschnitt zu verzeichnen, bei den übrigen Brühwurstwaren wurden L-Lactat-Werte von 4 mg/g kaum überschritten.

3.3.1.3.2. D-Lactat (vgl. Tab. 7 und Abb. 11 und 12)

Die D-Milchsäure zeigte im Verlauf der Lagerung einige markante Unterschiede gegenüber dem Verhalten der L-Milchsäure. Dies war vor allem bei Beginn der Lagerung deutlich. Der D-Milchsäure-

gehalt war am Verpackungstag kaum nachzuweisen und lag meist weit unter 0,1 mg/g. Abhängig von der Lagerungstemperatur erreichte die D-Milchsäure dann aber mehr oder weniger schnell die Konzentration der L-Milchsäure und überschritt diese teilweise sogar geringfügig. Im Gegensatz zur Entwicklung der L-Lactatkonzentration, die bei niedriger Temperatur relativ geringe Zunahmen aufwies, zeigte das D-Lactat auch bei Kühlagerung der Proben einen deutlichen Anstieg.

Tab. 6: Entwicklung des L-Lactat-Gehaltes (arithmetische Mittelwerte)

Lage- rungs- tage	Mortadella		Bierschinken		Würstchen		
	Fa. A	Fa. B	Fa. A	Fa. B	Fa. A	Fa. B.	
0	2.83	1.61*	3.76	3.67*	2.72	2.10*	Lagerung bei 22 bis 25° C
1- 2	3.23	2.07	4.06	4.50	2.47	2.18	
5- 6	4.59	2.72*	5.72	5.14*	3.83	2.17*	
8-12	6.14	2.38	6.23	4.01	5.07	3.94	
15-16	6.44	2.60*	6.49	3.72*	5.81	5.03*	
20	6.48		6.66		5.98	5.90*	
0	2.83	1.61*	3.76	3.67*	2.72	2.10*	Lagerung bei 7° C
2- 6	2.81	1.84	3.66	3.58	2.65	2.09	
8-16	3.28	2.30	3.97	3.57	2.55	2.02	
23-36	3.53	2.95	4.62	4.58	3.07	3.10	
über 40	4.28	3.16*	4.72	3.55*	3.25	3.95*	

Tab. 7: Entwicklung des D-Lactat-Gehaltes (arithmetische Mittelwerte)

Lage- rungs- tage	Mortadella		Bierschinken		Würstchen		
	Fa. A	Fa. B	Fa. A	Fa. B	Fa. A	Fa. B	
0	0.09	0.03*	0.04	0.01*	0.02	0.03*	Lagerung bei 22 bis 25° C
1- 2	1.72	0.57	2.24	0.19	0.47	0.03	
5- 6	4.50	1.33*	5.71	1.98*	3.19	0.03*	
8-12	6.17	1.86	6.22	2.86	4.17	2.34	
15-16	6.37	2.66*	6.64	3.46*	5.22	4.15*	
20	6.39		6.79		6.03	5.18*	
0	0.09	0.03*	0.04	0.01*	0.02	0.03*	Lagerung bei 7° C
2- 6	0.12	0.16	0.46	0.02	0.03	0.03	
8-16	1.52	0.67	1.98	0.37	0.64	0.03	
23-36	3.38	2.12	3.67	2.45	2.73	2.32	
über 40	4.00	3.17*	4.64	2.66*	3.26	2.86*	

* = Einzelwert

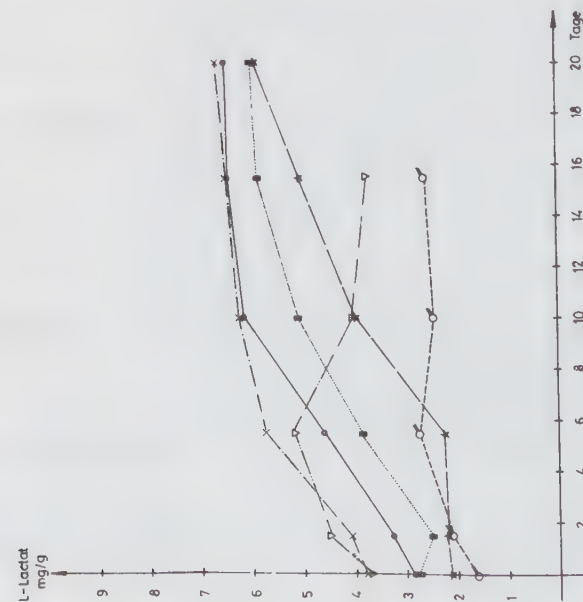


Abb. 9
Entwicklung des L-Lactat-Gehaltes: Lagerung bei 22-25°C
(arithmetische Mittelwerte, vgl. Tab. 6)

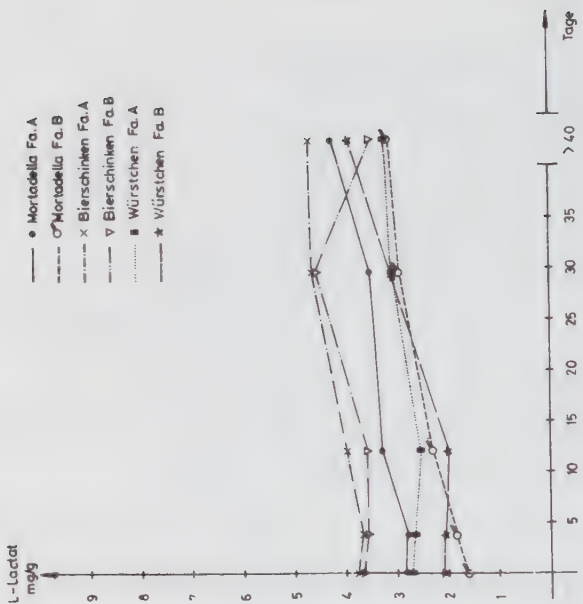


Abb. 10
Entwicklung des L-Lactat-Gehaltes: Lagerung bei 7°C
(arithmetische Mittelwerte, vgl. Tab. 6)

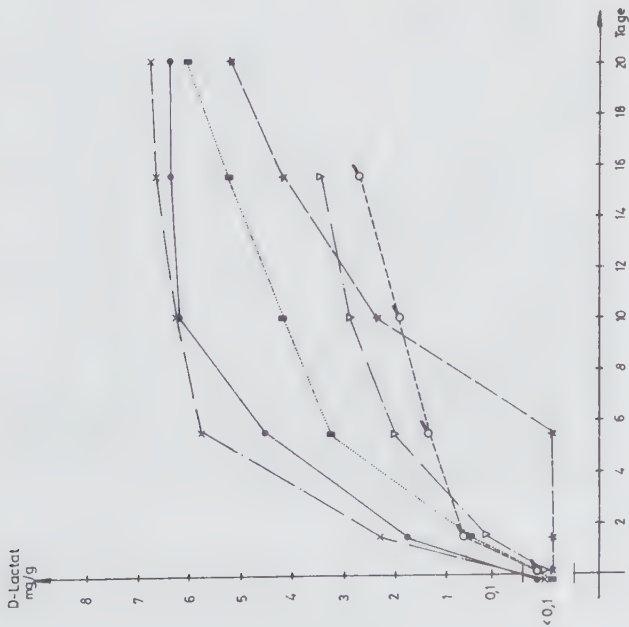


Abb 11
Entwicklung des D-Lactat-Gehaltes: Lagerung bei 22 - 25°C
(arithmetische Mittelwerte, vgl. Tab. 7)

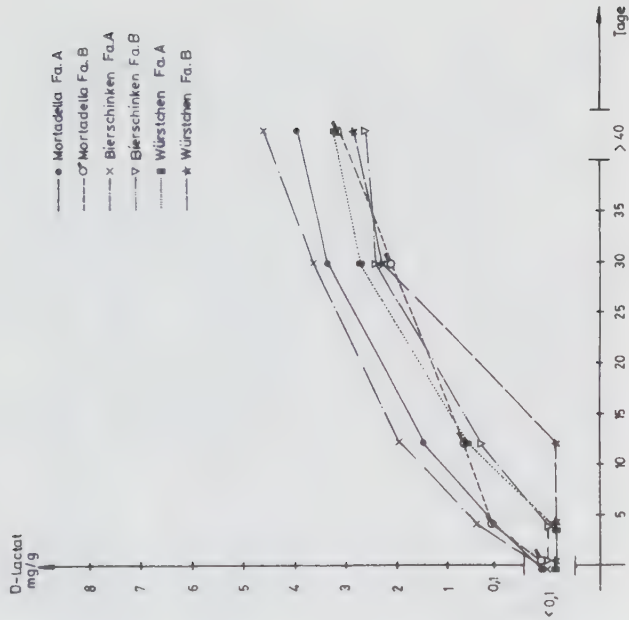


Abb 12
Entwicklung des D-Lactat-Gehaltes: Lagerung bei 7°C
(arithmetische Mittelwerte, vgl. Tab. 7)

3.3.1.4. pH-Wert (vgl. Tab. 8 und Abb. 13 und 14)

Im Verlauf der Lagerung war mit Ausnahme des Aufschnittes B eine abfallende Tendenz der pH-Werte deutlich. Höhere Lagerungstemperaturen beschleunigten die Senkung, wobei auch niedrigere Endwerte erreicht wurden.

Die Übereinstimmung der beiden pH-Wert-Messungen, die an jeder Probe sowie der zugehörigen eingefrorenen Zweitprobe vorgenommen wurden, ergeben sich aus den Abbildungen 15 und 16. Die Streuungen sind zwar verhältnismäßig groß, doch scheinen Zeitpunkt und Aufbereitungsart auf den Meßwert ohne Einfluß. Den Tabellen und Graphiken sind die bei der Zweituntersuchung ermittelten Werte zugrundegelegt.

Am Verpackungstag lagen die pH-Werte zwischen 5.8 und 6.3.

Bei 22 bis 25° C trat bei der Aufschnittware A schon nach zwei Tagen eine Senkung des pH-Wertes ein, der in der Mitte der 2. Woche auf Werte unter 5.0 fiel.

Die Aufschnittware B verhielt sich bei Zimmerlagerung vollkommen anders. Es war nur ein sehr geringer pH-Wert-Abfall zu beobachten. Die Werte lagen nur selten unter 5.8, sie stiegen gegen Ende der Lagerung sogar wieder geringfügig an. Die Stückware beider Firmen nahm im Verlauf der Zimmerlagerung pH-Werte weit unter 5.0 an. Diese wurden allerdings später erreicht als bei der Aufschnittware. Besonders deutlich war der verlangsamte Abfall bei den Brühwürstchen der Firma B.

Bei Kühl Lagerung war die pH-Wert-Senkung weniger stark. Die Tiefstwerte beim Brühwurst-Aufschnitt der Fa. A und bei der Stückware beider Hersteller lagen in der Regel über 5.0.

Tab. 8: Entwicklung der pH-Werte im Verlauf der Lagerung (Medianwerte)

Lagerungstage	22-25° C						7° C				
	0	1-2	5-6	8-12	15-16	20	0	2-6	8-16	23-36	über 40
Aufschnittware (Firma A)	6.10	5.80	5.00	4.70	4.55	4.55	6.10	6.10	5.90	5.45	5.25
Aufschnittware (Firma B)	6.05	6.00	5.95	5.85	5.95		6.05	6.00	6.05	5.95	6.00
Stückware (Firma A)	5.85	5.80	5.30	4.95	4.75	4.70	5.85	5.85	5.75	5.30	5.10
Stückware (Firma B)	6.00*	6.10	6.10*	5.35	4.85*	4.75*	6.00*	6.05	6.05	5.30	5.10*

* Einzelwert

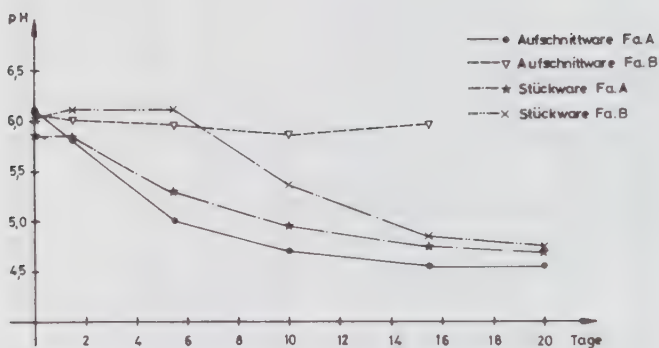


Abb. 13

Entwicklung der pH-Werte: Lagerung bei 22-25°C (Medianwerte; vgl. Tab. 8)

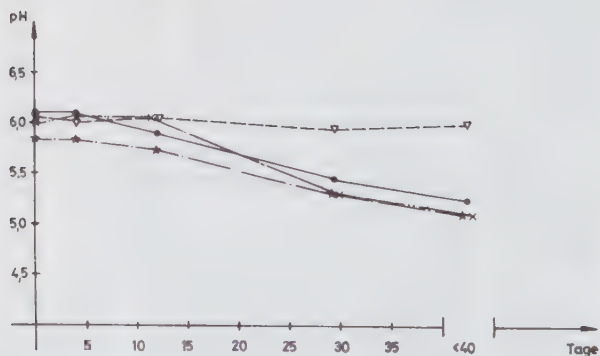


Abb. 14

Entwicklung der pH-Werte: Lagerung bei 7°C (Medianwerte; vgl. Tab. 8)

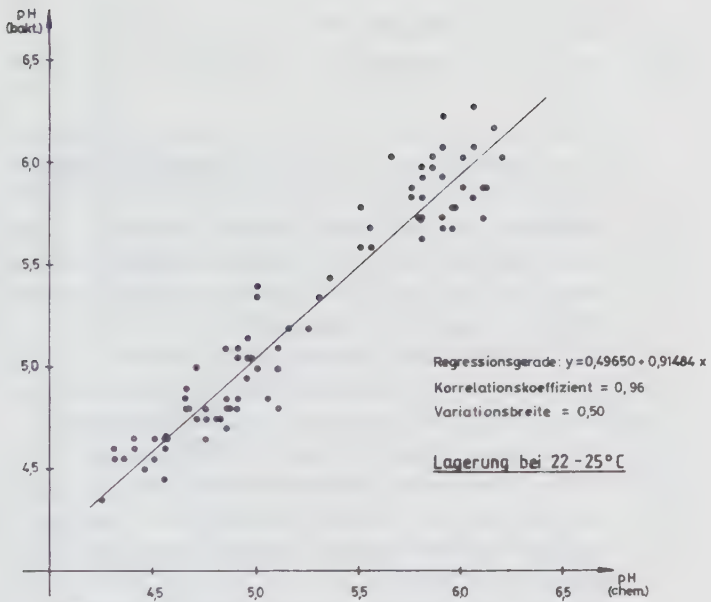


Abb.15

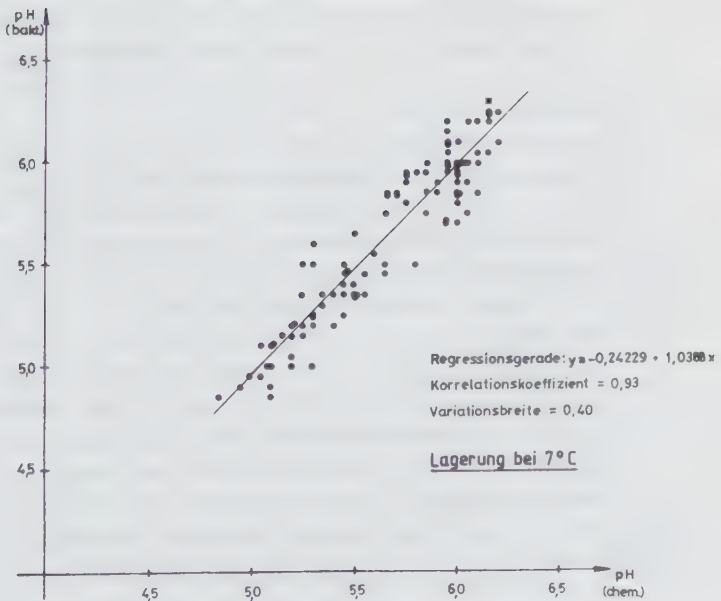


Abb. 16

Beziehung zwischen den bei der bakteriologischen und chemischen Untersuchung gemessenen pH-Werten

3.3.1.5. Sensorische Untersuchung

3.3.1.5.1. Geruch und Geschmack

Bereits zwei Tage nach dem Abpacken setzten bei der Aufschnittware, die bei Zimmertemperatur gelagert wurde, geruchliche und geschmackliche Abweichungen ein. Sie reichten von einem einfachen Verlust des Frischegeschmacks und einer kaum merkbaren Säuerung bis zu einem typischen Milchsäure-Geruch und -Geschmack.

Im Verlauf der Lagerung bei 22 bis 25° C zeigten die Proben der Fa. A eine starke Säuerung, die erst nach der ersten Woche von einer dumpfigen Komponente begleitet wurde. Demgegenüber war diese Dumpfigkeit bei den Waren des Herstellers B bereits in der ersten Lagerungswoche feststellbar und überdeckte sehr bald die Säuerung. Während die Aufschnittware der Fa. A erst am Ende der 3. Lagerungswoche bei Zimmertemperatur einen unangenehmen anfaulen Geruch aufwies, waren die proteolytischen Vorgänge bei der Aufschnittware B in der Mitte der 2. Woche soweit fortgeschritten, daß die Ware bereits zu diesem Zeitpunkt ekel-erregend roch.

Bei der Stückware bestand zwischen den Proben der beiden Hersteller im Verlauf der Lagerung kein sinnfälliger Unterschied im Verderbnisprozeß. Die Würstchen der Fa. A zeigten bei Zimmertemperatur schon während der ersten Woche, die der Firma B erst zu Beginn der zweiten Woche eine Säuerung.

Bei Kühllagerung stellten sich geruchliche und geschmackliche Abweichungen meist in der zweiten, bei der Stückware deutlich erst in der dritten Woche ein. Auch bei dieser Lagerungstemperatur war die dumpfige Komponente bei der Aufschnittware B deutlich eher und spürbarer festzustellen als bei der Aufschnittware A.

Bei der Stückware war nur eine Säuerung, jedoch keine Dumpfigkeit zu bemerken.

3.3.1.5.2. Aussehen

Einhergehend mit einer stärkeren geruchlichen und geschmacklichen Veränderung waren auf dem Wurstgut schmierige Beläge zu finden, die im Verlauf der Lagerung häufig eine schleimige, fadenziehende Beschaffenheit annahmen.

Der anfänglich klare, nur in geringer Menge vorhandene Fleischsaft vermehrte sich teilweise bis zu 3 ml und erhielt ein weißlich trübes Aussehen. Bei der Aufschnittware B trat bei Zimmertemperatur gegen Ende der zweiten Woche eine starke Proteolyse auf, die mit Verflüssigung und Grünfärbung des Wurstgutes einherging. Bei den anderen Proben war dieses nicht zu beobachten.

3.3.2. Einzeluntersuchungen

Nur 2 der insgesamt 12 untersuchten Einzelproben wiesen einen Gesamtkeimgehalt von weniger als 10^4 Keimen/g auf, während bei 9 Proben über 10^8 Keime zu finden waren.

Enterokokken waren nur bei 3 Packungen Aufschnitt nachzuweisen und nur in einer lag ihre Zahl über 10^4 /g. Mikrokokken wurden ebenfalls in 3 Aufschnittproben gefunden, jedoch lagen ihre Werte immer unter 10^3 /g.

Enterobacteriaceae und Hefen überstiegen bei keiner Probe die untere Nachweisgrenze von 10^2 Keimen/g.

Die Pyruvatkonzentration lag bei 8 Proben unter $20 \mu\text{g/g}$, bei 2 Proben über $30 \mu\text{g/g}$. Organoleptisch einwandfreie Brühwurst wies sowohl hohe als auch

niedrige Pyruvatwerte auf, ebenso wie auch eindeutig verdorbene Proben.

Der L-Lactat-Gehalt betrug zwischen 2 und 4 mg/g, nur in einem Fall lag er über 4 mg.

Das D-Lactat lag nur bei 2 Proben in Konzentrationen unter 0,1 mg/g vor, bei etwa der Hälfte der Proben waren L- und D-Lactat-Gehalt annähernd gleich hoch.

Die pH-Werte lagen nur bei 4 Proben über 5.7, wobei nur diese 4 Proben bei der organoleptischen Untersuchung keine sinnfälligen Veränderungen aufgewiesen hatten. Alle anderen Proben zeigten eine mehr oder weniger starke Säuerung, wobei bei 2 Proben auch schon eine dumpfige Komponente auftrat.

4.

BESPRECHUNG DER ERGEBNISSE

Um den Wert der untersuchten Kriterien für eine objektive Beurteilung des Verderbnisprozesses bei vakuumverpackten Brühwurstwaren abschätzen zu können, mußten sie in Relation zu den organoleptischen Befunden gesetzt und auch in ihrer wechselseitigen Abhängigkeit betrachtet werden.

4.1.

Verlaufsuntersuchungen

4.1.1.

Keimzahlen

Soweit in den hier beschriebenen Zeitreihenuntersuchungen mikrobiologisch-kulturelle Ergebnisse vorliegen, entsprechen sie im wesentlichen den Angaben der Literatur (Allen and Foster, 1960; Lerche und Großklaus, 1960; Alm et al., 1961; Shank and Lundquist, 1963; Warnecke et al., 1966; Kempton and Bobier, 1970; Reuter, 1970a; Reuter, 1970f; Mol et al., 1971; Hechelmann und Bem, 1973; Mantel, 1975). Der Verderb von Brühwurstzeugnissen entwickelt sich wegen der hohen Wasseraktivität relativ schnell, jedenfalls viel schneller als bei anderen gepökelten Fleischerzeugnissen. Der Aufschneidevorgang erhöht die Verderbnisbereitschaft nur mäßig, entscheidend abhängig ist die Haltbarkeit jedoch von der Lagerungstemperatur.

Den subjektiven Feststellungen entspricht die Entwicklung des mikrobiologischen Profils, das in den meisten Fällen durch die typische Milchsäurebakterien-Flora gekennzeichnet ist.

Die Laktobazillen erreichten sehr rasch Werte von über 10^8 /g.

Die Begleitflora konnte sich nur bei höheren Temperaturen verhältnismäßig gut entwickeln.

Bei Kühl Lagerung war sie in ihrem Wachstum deutlich gehemmt.

Mikrokokken erreichten in keinem Fall Werte von über 10^6 Keimen/g und eigelbpositive Staphylokokken konnten oberhalb der Nachweisgrenze von 10^2 nicht nachgewiesen werden.

Auch Enterokokken erzielten nur ausnahmsweise Werte über 10^7 /g. Die Abhängigkeit von der Lagerungstemperatur war hier besonders deutlich.

Die Enterobacteriaceae stiegen nur bei der Aufschnittware der Fa. B und auch hier nur bei Zimmerlagerung auf Keimzahlen von über 10^7 /g an. Einige Arten dieser Keimgruppe sind als sog. unspezifische Lebensmittelvergifter in der Lage, beim Menschen enterotoxische Symptome beim Verzehr einer gewissen Menge eines stark keimhaltigen Lebensmittels hervorzurufen (Reuter, 1970f). Ein Anstieg auf höhere Enterobacteriaceenwerte war außerdem mit so massiven organoleptischen Veränderungen vergesellschaftet, daß ein Genuß des betreffenden Lebensmittels ohnehin nicht in Frage kam.

Die starke Entwicklung der Enterobacteriaceae in der Aufschnittware B ist aber insofern bedenklich, als hier ein Milieu vorzuliegen schien, daß auch Salmonellen die Möglichkeit zur Vermehrung bietet. Das Vorkommen dieser Erreger ist in vorverpackten Brühwurstzeugnissen immerhin nicht auszuschließen.

Bei den übrigen Brühwurstwaren kam diese Keimgruppe nur in sehr geringer Menge vor.

Über den Grund für das bessere Wachstum der Enterobacteriaceae kann an dieser Stelle keine Aussage gemacht werden. Möglicherweise liegt die Ursache in einem niedrigen Anfangskeimgehalt der Laktobazillen oder aber in einer hohen Kontamination mit Enterobacteriaceae beim Verarbeitung- und Verpackungsvorgang. Auch ein unterschiedlich

hoher Gehalt an Zuckerstoffen mag für das Wachstumsverhalten der verschiedenen Keimgruppen von Bedeutung sein. So zeigte Shelef (1977) in seiner Untersuchung, daß bei einem Zusatz von weniger als 2 % Glukose zu Rindfleisch die typischen Verderbniserscheinungen durch gramnegative Psychrophile auftraten, während in Proben, die zwischen 2 und 10 % Glukose enthielten, soviel Säure produziert wurde, daß der pH-Wert bis auf 5.0 sank. Hierdurch wurde das Wachstum der Verderbniserreger gehemmt und der Verderbnisprozeß verzögert. In Abb. 17 und 18 sind die Beziehungen zwischen Gesamtkeimgehalt und organoleptischen Befunden graphisch dargestellt.

Proben, die in Geruch und Geschmack deutliche Veränderungen zeigten, diese reichten von einer leichten Säuerung bis zu starken Verderbniserscheinungen, wiesen ohne Ausnahme Gesamtkeimgehalte von über 10^7 /g auf. Umgekehrt lagen aber die Keimgehalte bei allen als einwandfrei angesehenen Proben keineswegs immer unter 10^7 Keimen/g. Bei einem großen Teil dieser Proben wurden zwar Werte unter 10^6 /g gefunden, aber nicht selten überstiegen die Keimgehalte auch hier 10^7 /g. Vor allem Proben, die im Übergangsbereich angesiedelt waren und nur sehr leicht verändert waren (Verlust des Frischegeschmacks und eben beginnende Säuerung), wiesen in der Regel Keimgehalte von über 10^8 /g auf.

Gerade an dieser Stelle sollte noch einmal darauf hingewiesen werden, daß die Grenze zwischen einer qualitativ noch akzeptablen Ware und einer schon verdorbenen nicht streng gezogen werden kann und der subjektiven Beurteilung des Einzelnen unterliegt. Daher sind auch die Grenzen bei der Einteilung der organoleptischen Veränderungen in "keine", "geringe" und "deutliche" (Abb. 17 und 18) fließend und gehen ineinander über.

sensorische Veränderungen

- ★ keine
- ▽ geringe
- deutliche

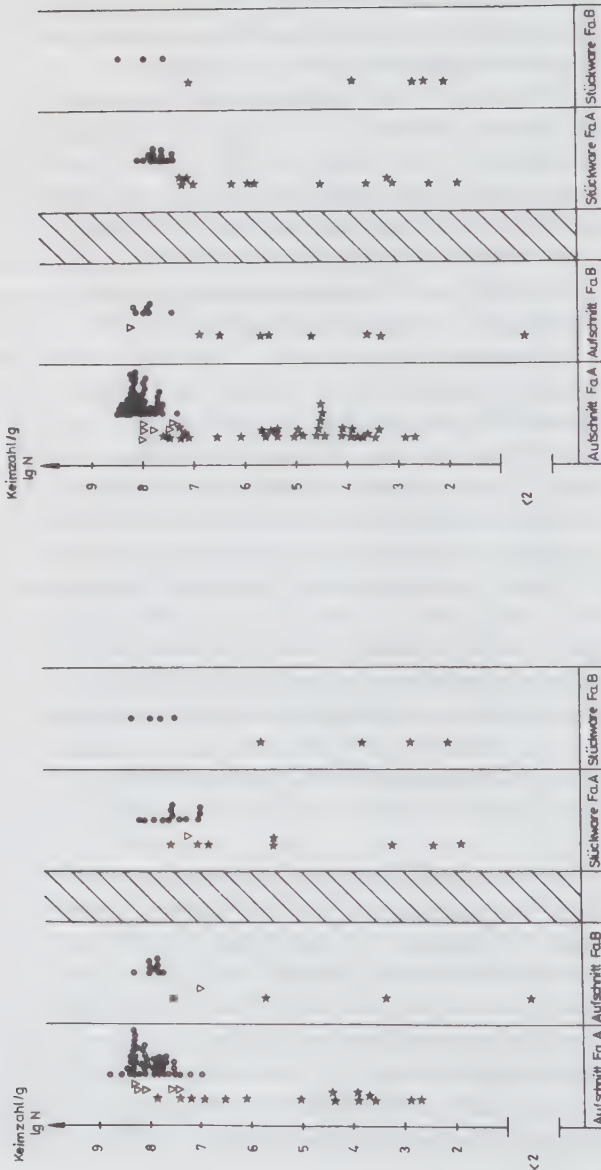


Abb. 18
Lagerung bei 7° C

Abb. 17
Lagerung bei 22 - 25° C

Beziehung zwischen Gesamtkeimgehalt und sensorischen Befunden

Da der Gesamtkeimgehalt bei der untersuchten Warengruppe überwiegend aus Laktobazillen bestand, einer lebensmittelhygienisch gesehen durchaus unbedenklichen, vielleicht sogar erwünschten Keimflora, sind sehr hohe Keimzahlen von über 10^7 bei vakuumverpackter Brühwurst kein Beanstandungsgrund, solange keine organoleptischen Veränderungen wahrnehmbar sind. Das wiederum bedeutet, daß die Gesamtkeimzahl für die Errichtung eines mikrobiologischen Standards bei Brühwurst wenig geeignet ist. Sie mag lediglich im Sinne einer Positiv-Wertung genutzt werden, da sich Werte u n t e r 10^7 /g nur bei einwandfreien Proben fanden. Der Umkehrschluß traf indessen nicht zu.

Enterobacteriaceae-Werte von über 10^5 /g wiesen stets auf eine verdorbene Ware hin. Die erhöhte Enterobacteriaceenzahl war jedoch keine notwendige Bedingung für eine Verderbnis.

4.1.2. Biochemische Kriterien

4.1.2.1. Pyruvat

Die Ergebnisse bei der Bestimmung der Brenztraubensäure erbrachten keinerlei Hinweis auf eine mögliche Beziehung zwischen organoleptischen Veränderungen und Pyruvatgehalt der Brühwurstwaren. Dieser sank bei der Aufschnittware gegen Ende der Lagerung teilweise wieder auf die niedrigen Anfangskonzentrationen. Bei der Stückware blieb er sogar mehr oder weniger konstant.

Zu den übrigen Untersuchungskriterien ließ sich ebenfalls keine Verbindung herstellen.

4.1.2.2. Lactat

Der Milchsäuregehalt in den untersuchten Wurstproben ist einmal auf postmortale muskelmetabolische Prozesse zurückzuführen. Hierbei wird L-Lactat gebildet, was auch erklärt, weshalb zu Beginn der Lagerung das L-Lactat dominiert. Auch Proben der Fa. A, die nach dem Brühen entnommen und nicht aufgeschnitten sowie verpackt wurden, zeigten D-Lactat-Gehalte unter 0.1 mg/g, während die L-Lactat-Konzentrationen weit über 2 mg/g lagen. Die höheren L-Milchsäure-Mengen sind beim Bierschinken auf den höheren Muskelfleischanteil im Vergleich zur Mortadella zurückzuführen. Die im Verlauf der Lagerung weiterhin entstehende Milchsäure ist durch den bakteriellen Stoffwechsel bedingt. Die Fähigkeit zur Milchsäurefermentierung besitzen Laktobazillen, Streptokokken, Pediokokken sowie einige andere Mikroorganismen. Die mikrobiologische Untersuchung hat gezeigt, daß bei den vorliegenden Proben die Laktobazillen stark dominieren, und für die Milchsäurebildung wohl in erster Linie verantwortlich sind. Die im Verhältnis stärkere Zunahme des D-Lactats im Verlauf der Lagerung läßt sich durch die für vakuumverpackte Brühwurstwaren charakteristische Laktobazillenflora, die in starkem Maße D-Milchsäure bildenden "atypischen Streptobakterien" (Reuter, 1970d; Mol et al., 1971) erklären.

Die Abbildungen 19 bis 21 zeigen, daß zwischen dem Gehalt an Milchsäure und den organoleptischen Veränderungen eine recht deutliche Abhängigkeit besteht. Nahezu alle Proben, die über 4 mg/g Gesamtlactat aufwiesen, zeigten auch Abweichungen in Geruch und Geschmack. Umgekehrt wurden nahezu alle Waren mit einer Gesamtmenge an Milchsäure unter 4 mg/g als organoleptisch einwandfrei ange-

sehen.

Ein Teil der Aufschnittware B, die sich durch einen insgesamt niedrigen Lactatgehalt auszeichnete, hatte auch bei schon vorhandener Verdorbenheit Gesamtlactat-Gehalte unter 4 mg/g.

In Proben, die nur sehr leichte Veränderungen aufwiesen, fanden sich bei Zimmerlagerung meist Gesamtmilchsäurewerte über, bei Kühllagerung häufig unter 4 mg/g.

Eine wesentlich bessere Aussage erlaubte das D-Lactat. Der überwiegende Teil der Proben, die nicht sinnfälliger verändert waren, befand sich in einem Bereich unter 0.5 mg D-Lactat/g Probenmaterial. Umgekehrt lag nur eine geringgradig geruchlich und geschmacklich veränderte Probe unterhalb und nur wenige qualitativ einwandfreie Waren oberhalb dieses Wertes.

Über 70 % der Proben, die bei der organoleptischen Untersuchung nicht beanstandet wurden, hatten sogar einen D-Lactat-Gehalt unter 0.1 mg/g. Betrachtete man das Verhältnis zwischen D- und L-Lactat-Gehalt, so kann weiterhin die Aussage getroffen werden, daß alle Proben, in denen D- und L-Milchsäure in nahezu gleicher Menge vorkamen, organoleptisch eindeutig verändert waren.

4.1.2.3. pH-Wert

Alle organoleptisch einwandfreien Proben hatten pH-Werte über 5.7. Zwar wiesen auch alle nur geringgradig veränderten Proben sowie die Aufschnittware B höhere pH-Werte auf, es läßt sich jedoch zumindest die Aussage treffen, daß vakuumverpackte Brühwurstwaren mit einem pH-Wert unter 5.7 schon auf Grund ihres Säuregehaltes leichte organoleptische Abweichungen zeigen werden.

Eine Abhängigkeit zwischen pH-Werten und Milchsäuregehalt war bei den Proben, ausgenommen bei denen der Firma B, gut zu beobachten (vgl. Abb. 19 und 20). So sanken die pH-Werte entsprechend der Zunahme der Milchsäurekonzentration.

Die Aufschnittware der Fa. B zeichnete sich demgegenüber durch eine geringe pH-Wert-Senkung bis auf pH 5.7 aus. Gegen Ende der Lagerung stieg der pH-Wert sogar teilweise wieder auf höhere Werte an. Bei diesen Waren war auch auffällig, daß eine sehr starke Entwicklung von Enterobacteriaceen stattfand, die als Proteolyten zu der charakteristischen Fäulnis beigetragen haben. Auch haben die proteolytischen Stoffwechselprodukte eine Senkung des pH-Wertes verhindert oder zumindest doch verzögert. Enterobacteriaceengehalte über 10^5 /g waren bei diesem Brühwurstaufschnitt in der Regel mit D-Lactat-Gehalten über 0.5 mg/g verbunden.

Da die Waren, die durch einen Verderbnisprozeß wie dem der Aufschnittware B charakterisiert sind, mit fortschreitender Verdorbenheit pH-Werte zeigen, die teilweise höher als der Anfangs-pH-Wert sind, kommt der pH-Wert genau so wenig als alleiniges Kriterium für die Beurteilung der Brühwurstwaren in Frage wie die Gesamtkeimzahl. In Verbindung mit der D-Milchsäure-Konzentration ist er jedoch durchaus aufschlußreich (vgl. Abb. 21).

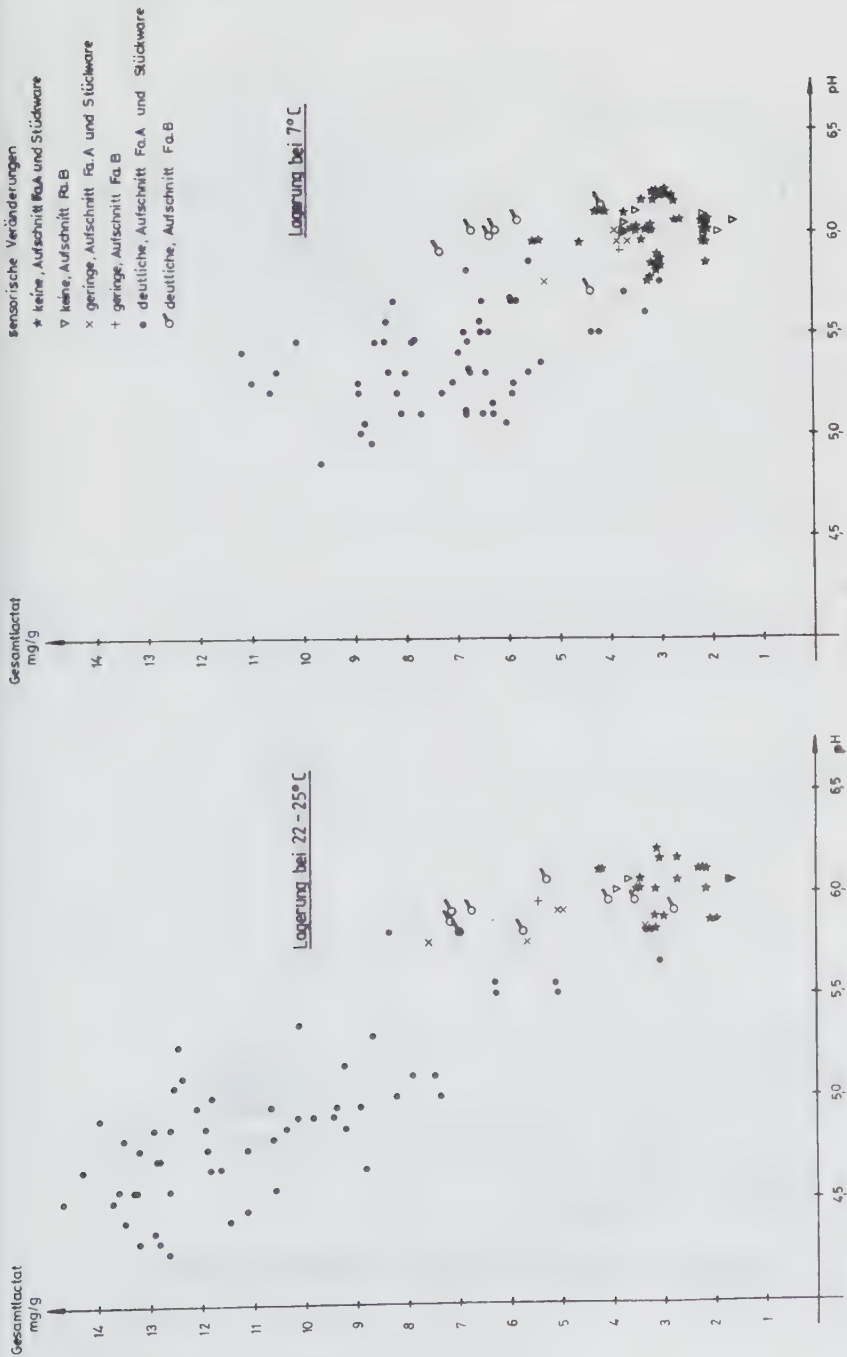


Abb. 19

Abb. 20

Beziehung zwischen Gesamtlactatgehalt, pH - Wert und sensorischen Befunden

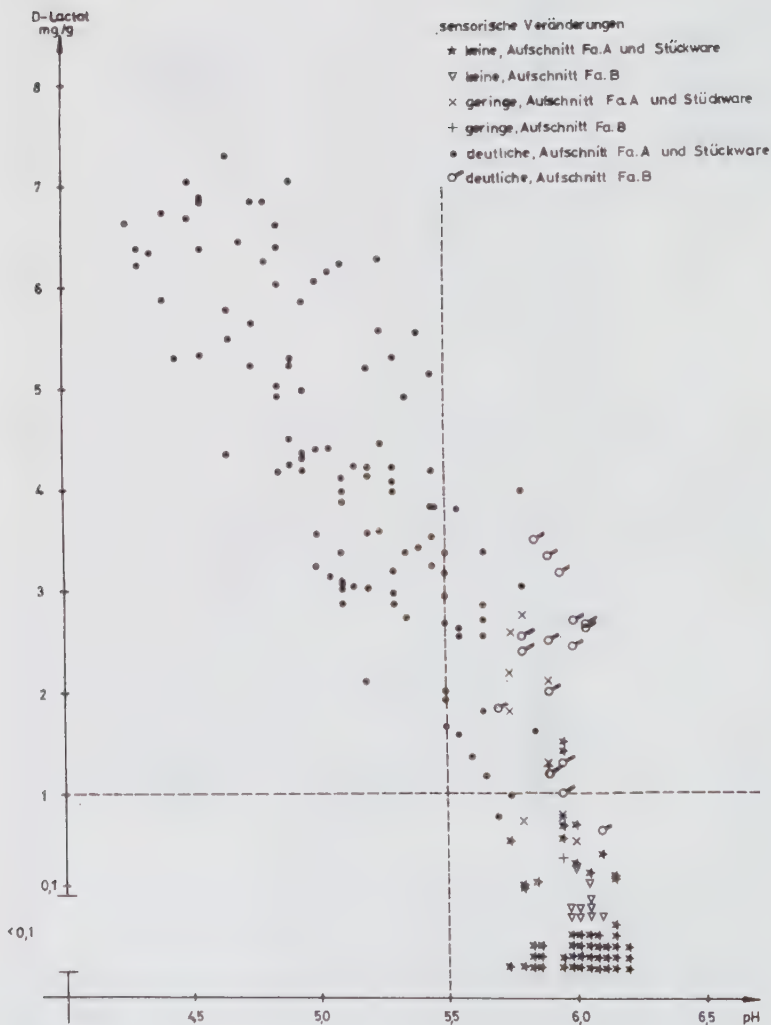


Abb. 21

Lagerung bei 22-25°C und 7°C

Beziehung zwischen D-Lactat-Gehalt, pH-Wert und sensorischen Befunden

4.2.

E i n z e l u n t e r s u c h u n g e n

Bei der Untersuchung der Einzelproben haben sich die in den Modellversuchen getroffenen Feststellungen im Prinzip bestätigt.

Abweichungen in der sensorischen Beschaffenheit waren stets von einem erhöhten D-Lactat-Wert begleitet. Die pH-Werte dieser Proben lagen zwischen 5.1 und 5.55 bei der chemischen Untersuchung.

Sechs dieser insgesamt acht Proben zeigten nahezu identische L- und D-Lactat-Gehalte. Nur ein Brühwürstchen zeigte bei einem pH-Wert von 5.55 einen sehr niedrigen D-Lactat-Wert von 0.53 mg/g.

Von den vier organoleptisch einwandfreien Brühwurstwaren zeigten nur zwei Proben niedrige D-Lactat-Gehalte, während die anderen beiden hohe D-Lactat-Konzentrationen von annähernd 2 mg/g aufwiesen. Möglicherweise war bei diesen beiden Ausnahmen ein erhöhter D-Lactat-Gehalt, der durch Erhitzen oder sonstige technologische Behandlungen nicht beeinflusst wird, bereits im Ausgangsmaterial vorhanden.

Die pH-Werte dieser vier unbeanstandeten Proben waren gleich oder größer als 5.7. Die Gesamtkeimzahlen lagen nur bei den beiden Proben mit niedrigen D-Lactat-Mengen unter 10^7 /g.

4.3.

S c h l u ß b e t r a c h t u n g

Aus den Verlaufsuntersuchungen geht hervor, daß bei einer Lagerungstemperatur von 7° C die Aufbewahrungszeit einer unter den hier vorliegenden technischen und betriebshygienischen Bedingungen hergestellten Aufschnittware 1 Woche nicht überschreiten sollte. Stückware sollte bei dieser Temperatur maximal 2 Wochen gelagert werden.

Die Untersuchung der Einzelproben ergab, daß nur ein Drittel dieser Proben nach den angegebenen Haltbarkeitsfristen bei einer Lagerungstemperatur von 7° C noch einwandfrei war.

Zwar ist über die Vorgeschichte der einzelnen Proben, insbesondere über etwaige Mängel in der Kühlkette nichts bekannt, doch scheint auf jeden Fall die Annahme gerechtfertigt, daß aufgeschnittene Brühwurstzeugnisse einer Lagerungsbelastung, wie sie nach der Deklaration zulässig wäre, häufig nicht gewachsen sind.

Die vorliegenden Untersuchungen haben gezeigt, daß zwischen den sensorischen Befunden und den D-Lactat-Gehalten eine Korrelation besteht. So tritt in der Regel erst mit Beginn von organoleptisch wahrnehmbaren Veränderungen ein deutlicher Anstieg in der D-Milchsäurekonzentration auf. Zwar ist ein solcher auch beim L-Lactat vorhanden, doch weniger ausgeprägt.

Die mikrobiologischen Befunde lassen kaum einen Rückschluß auf die Beschaffenheit der Brühwurstwaren zu, da schon frühzeitig Gesamtkeimzahlen erreicht werden, die auch bei Verderbnisbeginn und im Verlauf der weiteren Lagerung kaum mehr überschritten werden.

Die pH-Wert-Bestimmung hat gezeigt, daß diese insofern problematisch ist, als es einmal vakuumverpackte Brühwurstwaren gibt, die einen deutlichen Abfall im Verlauf der Lagerung aufweisen, zum anderen gibt es solche, die sich nur unwesentlich ändern.

Die Pyruvatbestimmung erlaubte keine Charakterisierung des Verderbs.

Auf der Grundlage der vorliegenden Untersuchungsergebnisse werden folgende Feststellungen getroffen:

1. Der D-Lactat-Gehalt eignet sich als Hauptkriterium für die Beurteilung des Frischezustandes.

Bei einer Konzentration unter 0.5 mg D-Lactat/g war die Ware als qualitativ einwandfrei zu betrachten. Zwischen 0.5 und 1 mg/g erschien sie als zweifelhaft und über 1 mg/g entsprach ihre Qualität nicht mehr den Anforderungen.

2. Waren L- und D-Lactat-Gehalte nahezu identisch, so konnte die Probe als verdorben betrachtet werden.
3. Bei einem pH-Wert über 5.7 in Verbindung mit einem D-Lactat-Gehalt unter 0.5 mg/g war die Probe als einwandfrei anzusehen. Bei einem pH-Wert zwischen 5.7 und 5.5 erschien die Ware zweifelhaft und unter 5.5 nicht mehr akzeptabel.
4. Bei einem pH-Wert über 5.7 in Verbindung mit einem D-Lactat-Gehalt über 0.5 mg/g empfahl sich eine Untersuchung auf Enterobacteriaceae.
5. Bei einem Gesamtkeimgehalt unter 10^7 Keimen/g war die Ware als organoleptisch einwandfrei anzusehen.

Diese Kriterien sind nicht als endgültige Vorschläge aufzufassen, sondern nur als Hinweise, wie eine mögliche Beurteilung der Qualität bei vakuumverpackten Brühwurstwaren erfolgen könnte. Selbstverständlich müßten noch umfangreichere Untersuchungen erfolgen, um alle Möglichkeiten einer Beeinflussung der D-Lactat-Konzentrationen abzuklären. Insbesondere müßte festgestellt werden, inwieweit auch organoleptisch völlig einwandfreie Ware erhöhte D-Lactat-Werte aufweisen kann. Im Hinblick auf die Angebotssituation bei vakuumverpackten Brühwurstwaren, müßten die Untersuchungen sich auch mit der Keimsituation, pH-Wert- und Milchsäureveränderungen bei niedrigeren Lagerungstemperaturen möglichst zwischen 0 und 4° C befassen.

Z U S A M M E N F A S S U N G

Vakuumverpackte Brühwurstwaren zweier Berliner Herstellerbetriebe wurden in Lagerungsversuchen bei 22 bis 25° C und 7° C auf ihren Keimgehalt sowie auf Pyruvat- und Milchsäurebildung unter spezieller Berücksichtigung des pH-Wertes untersucht, um mögliche Kriterien für die objektive Beurteilung des Verderbnisprozesses bei dieser Warengruppe zu finden.

Im Verlauf der Lagerung entwickelten sich die Laktobazillen mit Werten von über 10^8 /g zur vorherrschenden Keimgruppe, während sich die Begleitflora nur bei höheren Temperaturen mehr oder weniger gut zu vermehren vermochte.

Bei der Milchsäurebestimmung wies das L-Lactat eine vergleichsweise hohe Anfangskonzentration von meist über 2 mg/g auf, während das D-Lactat am Verpackungstag unter 0.1 mg/g lag. Es erreichte jedoch im Verlauf der Lagerung ebenso hohe Konzentrationen wie die L-Milchsäure.

Pyruvat war nur in äußerst geringen Konzentrationen zwischen etwa 5 und 30 µg/g nachzuweisen.

Die pH-Werte sanken im Verlauf der Lagerung von ca. 5.8 - 6.0 in der Regel deutlich herab und erreichten vor allem bei Zimmerlagerung zum Teil extrem niedrige Werte unter 5.0.

Die Beurteilung des mikrobiellen Verderbs dieser Erzeugnisse führte zu folgenden Feststellungen:

1. Waren mit einem D-Lactat-Gehalt unter 0.5 mg/g waren als einwandfrei, über 1.0 mg/g als verdorben zu betrachten.
2. Bei nahezu gleich hohen L- und D-Lactat-Gehalten war die Ware nicht mehr akzeptabel.
3. Waren mit einem pH-Wert unter 5.5 entsprachen ebenfalls nicht mehr den Anforderungen.

4. Bei einem pH-Wert über 5.7 und einem D-Lactat-Gehalt über 0.5 mg/g empfahl sich eine Überprüfung auf Enterobacteriaceae.
5. Bei Gesamtkeimgehalten unter 10^7 /g war die Ware organoleptisch einwandfrei.

Es bedarf selbstverständlich noch einer umfangreichen Überprüfung, ob diese Kriterien bei der Errichtung eines Frischestandards eingebracht werden können.

Die Ergebnisse ließen auch erkennen, daß bei einer Lagertemperatur von $+7^{\circ}$ C die Aufbewahrungszeit bei Aufschnittware eine Woche, bei Stückware zwei Wochen nicht überschreiten sollte. Untersuchungen von Einzelproben einiger Hersteller aus dem Handel zeigten, daß vakuumverpackte Brühwurst stärkeren Belastungen meist nicht standhält.

S U M M A R Y

Vacuum-packed frankfurter-type sausages of two meat factories of West-Berlin were stored at two different temperatures, 22 to 25° C and 7° C. At certain intervals, they were examined for the bacterial count as well as pyruvate and lactate concentrations with special regard to the pH in order to find objective criteria for the spoilage of this type of sausage.

In the course of storage the lactobacilli became predominant with numbers over 10^8 /g, while the other bacterial groups were able to grow rather well only at room temperature.

The determination of the lactate showed that the L-lactate had comparably high initial concentrations of generally over 2 mg/g, whereas the D-lactate did not reach 0.1 mg/g on the packaging day, but in the course of storage it reached as high values as the L-lactate did.

Pyruvate was only detectable in very low concentrations between 5 and 30 µg/g.

In general the pH dropped distinctly in the course of storage from about 5.8 to 6.0 and reached extremely low values under 5.0, especially at room temperature.

As to the microbial spoilage of the products examined the following statements could be made:

1. Sausages with a D-lactate concentration below 0.5 mg/g were regarded as unobjectionable, over 1.0 mg/g as spoiled.
2. Sausages with about equally high L- and D-lactate concentrations were not longer acceptable.
3. Sausages with a pH below 5.5 were not up to the demands either.

4. At a pH over 5.7 combined with a D-lactate concentration over 0.5 mg/g an examination for enterobacteriaceae was recommendable.
5. At total bacterial counts below 10^7 /g the products were organoleptically unobjectionable.

An extensive re-examination is necessary, of course, whether these criteria may help to establish a freshness standard.

Furthermore, the results disclosed that sliced frankfurter-type sausages should not be offered longer than one week at a storage temperature of 7° C, unsliced sausages should not be kept longer than two weeks at this temperature. Examinations of single products from the market showed that vacuum-packed frankfurter-type sausages often do not resist stronger influences, i.e. they were spoiled before the declared duration date had expired.

6.

L I T E R A T U R

- | | |
|---|---|
| Abo-Elnaga, I.G.
und Kandler, O.
(1965) | Zur Taxonomie der Gattung
Lactobacillus Beijerinck
I. Das Subgenus Streptobac-
terium Orla Jensen
Zbl. Bakt. II. Abt. <u>119</u> , 1 |
| Allen, J.R. and
Foster, E.M.
(1960) | Spoilage of vacuum-packed
sliced processed meats during
refrigerated storage
Food Res. <u>25</u> , 19 |
| Alm, F.; Erichsen,
I. and Molin, N.
(1961) | The effect of vacuum
packaging on some sliced
processed meat products as
judged by organoleptic and
bacteriologic analysis
Food Techn. <u>15</u> , 199 |
| Bartels, H.;
Tändler, K.; Wirth,
F. und Schnier, L.
(1962) | Lagerfähigkeit von Fleisch-
präserven und Wursterzeug-
nissen
Fleischwirtschaft <u>14</u> , 1188 |
| Baumgart, J.
(1973) | Der "Stomacher" - ein neues
Zerkleinerungsgerät zur Her-
stellung von Lebensmittelsus-
pensionen für die Keim-
zahlbestimmung
Fleischwirtschaft <u>53</u> , 1600 |
| Bergey's Manual of
Determinative
Bacteriology (1957) | The Williams and Wilkins
Company/Baltimore
Seventh Edition |
| Bergey's Manual of
Determinative
Bacteriology (1974) | The Williams and Wilkins
Company/Baltimore
Eighth Edition |
| Boehringer Mannheim
(1975/1976) | Methoden der enzymatischen
Lebensmittelanalytik |
| Briggs, M.
(1953) | An improved medium for
Lactobacilli
J. Dairy Res. <u>20</u> , 36 |
| Carl, K.E.
(1975) | Oregon's experience with
microbiological standards
for meat
J. Milk Food Techn. <u>38</u> , 483 |

- Cavett, J.J.
(1968) The effects of newer forms of packaging on the microbiology and storage life of meats, poultry and fish Progr.Industr.Microbiol. 7, 77
- Deak, T.
(1973) Nutritient medium suitable for counting and isolation of lactic acid bacteria Konserv- es Paprikaipar 5, 167
- Farmiloe, F.J.;
Cornford, S.J.;
Coppock, J.B.M. and
Ingram, M.
(1954) The survival of Bacillus subtilis spores in the baking of bread J. Sci. Food Agri. 5, 292
- Franksen, H.;
Hadlok, R. und
Bartels, H.
(1969) Beitrag zur Frage der Aufstellung von Normkeimzahlen für Brühwürste Fleischwirtschaft 49, 1339
- Hechelmann, H. und
Bem, Z.
(1973) Haltbarkeit von vorverpackter Brühwurst Referat anlässlich der Kulmbacher Woche
- Heeschen, W.; Tolle,
A.; Suhren, G. und
Reichmuth, J.
(1975) Entwicklung einer automatisierten Analytik zur Messung der bakteriologischen Wertigkeit der Milch Sdrh. Ber. Ldw. 190, 179
- Ingram, M.
(1975) The lactic acid bacteria - A broad view in: Carr, J.G.; Cutting, C.V.; Whiting, G.C. Lactic Acid Bacteria in Beverages and Food Academic Press, London, New York, San Francisco
- Jørgensen, A. und
Hansen, A.
(1956) Mikroorganismen der Gärungsindustrie 7. Aufl., Verlag Hans Carl, Nürnberg
- Kempton, A.C. and
Bobier, S.R.
(1970) Bacterial growth in refrigerated vacuum-packed luncheon meats Can. J. Microbiol. 16, 287

- Krause, P.
(1968) Ein Beitrag zur Mikroflora des Brätfleisches unter besonderer Berücksichtigung der Laktobazillen und Enterokokken
Vet. Diss., Berlin (West)
- Ľát, J. und
Žárská, A.
(1974) Erfahrungen mit Vakuumverpackung von Aufschnittwaren
Veterinárstvi 24, 83
ref. Fleischwirtschaft 54
(1974): 1620
- Leistner, L.
(1957) Die neuzeitliche Verpackung in der Fleischwirtschaft
II. Mitteilung: Die Vakuumverpackung für Fleischwaren, bakteriologisch betrachtet
Fleischwirtschaft 9, 262
- Lerche, M.
(1966) Über die Kennzeichnungspflicht verpackter Lebensmittel
Schriftenreihe Verbraucherdienst, Heft 10
- Lerche, M. und
Großklaus, D.
(1960) Zur Haltbarkeit von Brühwürstchen in Klarsichtpackungen
Fleischwirtschaft 12, 538
- Mantel, Th.
(1975) Zur mikrobiologischen Situation vorverpackter Brühwurst
17. Arbeitstagung des Arbeitsgebietes Lebensmittelhygiene der Deutschen Veterinärmedizinischen Gesellschaft
16.-19. Sept., Garmisch-Partenkirchen
- Maurer, H.
(1963) Das Vorkommen von Laktobazillen in Rohwurst und das Verhalten der Laktobazillen auf den verschiedenen Nährböden
Vet. Diss., Hannover
- Merck, E.
(o.J.) Mikrobiologisches Handbuch
Trockennährböden, Nährboden Grundlagen und sonstige Präparate für die Mikrobiologie
Merck, Darmstadt

- Mol, J.H.H.; Hietbrink, J.E.A.; Mollen, H.W.M. and Tinteren, J. van (1971) Observations on the microflora of vacuum packed sliced cooked meat products
J. appl. Bact. 34, 377
- Mossel, D.A.A.; Mengerink, W.H.J. and Scholts, H.H. (1962) Use of a modified MacConkey agar medium for the selective growth and enumeration of Enterobacteriaceae
J. Bact. 84, 381
- Mossel, D.A.A.; Visser, M. and Cornelissen, A.M.R. (1963) The examination of foods for Enterobacteriaceae using a test of the type generally adopted for the detection of Salmonellae
J. appl. Bact. 26, 444
- Niinivaara, F.P.; Pohja, M.S. and Kreuzer, W. (1959) Der Einfluß der Brühtemperatur auf die Bakterienflora der Brühwurst
1. Mitteilung
Fleischwirtschaft 11, 457
- Reuter, G. (1967) Atypische Streptobakterien als dominierende Flora in reifender und gelagerter Rohwurst
Fleischwirtschaft 47, 397
- Reuter, G. (1968) Erfahrungen mit Nährböden für die selektive mikrobiologische Analyse von Fleischerzeugnissen (Fortsetzung)
Arch. Lebensmittelhyg. 19, 84
- Reuter, G. (1970a) Laktobazillen und eng verwandte Mikroorganismen in Fleisch und Fleischwaren
1. Mitteilung: Vorkommen und Bedeutung (Literaturübersicht)
Fleischwirtschaft 50, 951
- Reuter, G. (1970b) Laktobazillen und eng verwandte Mikroorganismen in Fleisch und Fleischerzeugnissen. 2. Mitteilung: Die Charakterisierung der isolierten Laktobazillenstämme
Fleischwirtschaft 50, 954

- Reuter, G.
(1970c) Laktobazillen und eng verwandte Mikroorganismen in Fleisch und Fleischwaren
3. Mitteilung: Abgrenzung der einzelnen Keimgruppen
Fleischwirtschaft 50, 1081
- Reuter, G.
(1970d) Laktobazillen und eng verwandte Mikroorganismen in Fleisch und Fleischwaren
4. Mitteilung: Die Ökologie von Laktobazillen, Leuconostoc-Spezies und Pediokokken
Fleischwirtschaft 50, 1397
- Reuter, G.
(1971a) Laktobazillen und eng verwandte Mikroorganismen in Fleisch und Fleischwaren
5. Mitteilung: Lipolytische Aktivitäten (Tributyrylspaltung)
Fleischwirtschaft 51, 67
- Reuter, G.
(1971b) Laktobazillen und eng verwandte Mikroorganismen in Fleisch und Fleischwaren
6. Mitteilung: Proteolytische Enzymaktivitäten.
Fleischwirtschaft 51, 945
- Reuter, G.
(1971c) Laktobazillen und eng verwandte Mikroorganismen in Fleisch und Fleischwaren
7. Mitteilung: Kohlenhydratstoffwechselprodukte und antagonistische Aktivitäten gegenüber saprophytären und enterotoxischen Mikroorganismen
Fleischwirtschaft 51, 1237
- Reuter, G.
(1970e) Mikrobiologische Analyse von Lebensmitteln mit selektiven Medien
Arch. Lebensmittelhyg. 21, 30
- Reuter, G.
(1970f) Untersuchungen zur Mikroflora von vorverpackten, aufgeschnittenen Brüh- und Kochwürsten
Arch. Lebensmittelhyg. 21, 257

- Reuter, G.
(1973) Untersuchungen zur antagonistischen Wirkung der Milchsäurebakterien auf andere Keimgruppen der Lebensmittel-flora
Zbl. Vet. Med. 19, 320 .
- Reuter, G.
(1975) Classification problems, ecology and some biochemical activities of lactobacilli of meat products
in: Carr, J.G.; Cutting, C.V.; Whiting, G.C. Lactic Acid Bacteria in Beverages and Food
Academic Press, London, New York, San Francisco
- Reuter, H. und Tändler, K.
(1964) Einfluß von Verbundfolien auf die Farbstabilität von vakuumverpacktem Fleischwaren-Aufschnitt
Fleischwirtschaft 44, 1239
- Röschke, R.
(1977) Beziehungen zwischen mikrobiologisch-kulturellem Befund und Pyruvatgehalt der Trinkmilch in Berlin (West) unter besonderer Berücksichtigung der Psychrotrophenflora
Vet. Diss., Berlin
- Rogosa, M. and Sharpe, M.E.
(1960) An approach to the classification of the lactobacilli
J. appl. Bact. 22, 329
- Rossmann, H.
(1958) Untersuchungen von Brühwurst auf das Vorhandensein von Laktobazillen
Vet. Diss., Gießen
- Schwarz, A.
(1977) Festlegung von Haltbarkeitsfristen für vorverpackte Fleischwaren
Fleischwirtschaft 57, 1409
- Shank, J.L. and Lundquist, B.R.
(1963) The effect of packaging conditions on the bacteriology, color, and flavor of tableready meats
Food Techn. 17, 1163
- Sharpe, M.E.
(1963) Milchsäurebakterien in Fleischwaren und Fehlfabrikate
Fleischwirtschaft 15, 692

- | | |
|---|--|
| Sharpe, A.N. and Jackson, A.K. (1972) | Stomaching: a new concept in bacteriological sample preparation
Appl. Microbiol. <u>24</u> , 175 |
| Shelef, L.A. (1977) | Effect of glucose on the bacterial spoilage of beef
J. Food Sci. <u>42</u> , 1172 |
| Sinell, H.-J. and Baumgart, J. (1967) | Selektivnährboden mit Eigelb zur Isolierung von pathogenen Staphylokokken aus Lebensmitteln
Zbl. Bakt. I. Orig. <u>204</u> , 248 |
| Stahlhut-Klipp, H. (1975) | Zur Methode der enzymatischen Pyruvat- und Laktatbestimmung in Rohmilch
Milchwissenschaft <u>30</u> , 468 |
| Suhren, G.; Heeschen, W. und Tolle, A. (1975) | Zur Messung des Verderbnisrisikos von Milch
Milchwissenschaft <u>30</u> , 473 |
| Suhren, G.; Heeschen, W. und Tolle, A. (1976) | Automatisierte und manuelle enzymatische Pyruvatbestimmung in der Milch
Milchwissenschaft <u>31</u> , 257 |
| Tändler, K. (1973) | Qualitätserhaltung bei vakuumverpacktem Brühwurst-Aufschnitt
Fleischwirtschaft <u>53</u> , 1417 |
| Tändler, K. (1975) | Amtliche Haltbarkeitsfristen für vorverpackte Fleisch- und Wurstwaren
Fleischwirtschaft <u>55</u> , 1394 |
| Takács, J. (1961) | Über die Bestimmung von Grenzwerten im Keimgehalt von Würsten zur Feststellung der Grenze der Haltbarkeit
Mh. Vet. Med. <u>16</u> , 704 |
| Takács, J. (1969) | Mikrobiologische Standards für Fleischerzeugnisse
Fleischwirtschaft <u>49</u> , 193 |

- Tolle, A.;
Heeschen, W.;
Wernery, H.; Reich-
muth, J. und
Suhren, G.
(1972) Die Pyruvatbestimmung -
ein neuer Weg zur Messung
der bakteriologischen Wer-
tigkeit von Milch
Milchwissenschaft 27, 343
- Tolle, A.
(1973) Pyruvat als zentrale Schlüs-
selsubstanz des bakteriellen
Katabolismus in Milch
Arch. Lebensmittelhyg. 24, 149
- Tuttlebee, J.W.
(1975) The Stomacher - its use for
homogenisation in food
microbiology
J. Fd. Techn. 10, 113
- Vrchlabsky, J. und
Leistner, L.
(1971) Hitzeresistenz von Laktoba-
zillen bei unterschiedlichen
a_w-Werten
Fleischwirtschaft 51, 1368
- Warnecke, M.O.;
Ockermann, H.W.;
Weiser, H.H. and
Cahill, V.R.
(1966) Quality of processed
comminuted meat as affected
by microbial flora of the
raw constituents
Food Techn. 20, 686
- Wiesner, H.-U. und
Stahlhut-Klipp, H.
(1974) Zum Vorkommen von D(-)-Laktat
in Sauermilch, Joghurt und
Kefir
16. Arbeitstagung des Ar-
beitskreises Lebensmittel-
hygiene der Deutschen Vete-
rinärmedizinischen Gesell-
schaft
24.-27. Sept., Garmisch-
Partenkirchen
- Zaadhof, K.-J.
(1974) D(-)-Laktat, Pyruvat- und
Keimgehalt der Rohmilch
16. Arbeitstagung des Ar-
beitskreises Lebensmittel-
hygiene der Deutschen Vete-
rinärmedizinischen Gesell-
schaft
24.-27. Sept., Garmisch-
Partenkirchen

7.

ANHANG

Zusammenstellung der Untersuchungsergebnisse

Zeichenerklärung:

wa	würzig, aromatisch
s-	Verlust des Frischgeschmacks, beginnende Säuerung
s	geringgradige bis mittelstarke Säuerung
ss	starke Säuerung
d	schwache Dumpfigkeit
dd	starke Dumpfigkeit
f	beginnende Fäulnis
ff	starke Fäulnis
x	in den Abbildungen eingesetzter Wert
/	keine Auswertung möglich
-	keine Untersuchung vorgenommen

Untere Nachweisgrenze bei der mikrobiologischen Untersuchung: 2.0; dieser Wert in den Tabellen entspricht Keimgehalten unter 2.0.

Mortadella - Lagerung bei 22 bis 25° C

Nr.	Firma	Verpackungstag	Lagerungstag	Sensorische Untersuchung	pH-Wert (bakt.)	Isoagar (aerob)	Isoagar (mikroaerob)	Pc-Agar (aerob)	Pc-Agar (mikroaerob)	La-Agar (aerob)	La-Agar (mikroaerob)	La-Agar (überschichtet)	LS-Agar
1	A	11.8.76	0	wa	6.25	4.30	4.15	4.00	4.15	4.38	4.20	4.26	4.00
			2	s	5.60	8.66	8.72	8.68	8.73	8.78	8.62	8.58	8.08
			5	ss	5.05	8.65	8.72	8.73	8.73	8.38	8.67	8.73	8.04
			8	ssd	4.85	8.04	8.15	8.04	8.18	8.20	8.51	8.26	8.00
			12	sdd	4.55	8.26	8.11	8.20	8.20	7.99	8.15	8.08	8.43
			16	sdd	4.60	8.30	8.30	8.30	8.36	8.56	8.20	8.30	8.73
			20	dd	4.55	7.69	7.75	7.43	7.66	7.69	7.92	7.81	7.78
2	A	11.8.76	0	wa	6.20	4.08	4.00	4.00	3.86	4.08	4.08	3.90	3.81
			2	s	5.60	8.73	8.87	8.88	8.68	8.81	8.72	8.82	8.64
			5	ss	5.10	8.70	8.86	8.79	8.84	8.76	8.69	8.82	8.64
			8	ssd	4.80	8.08	8.00	8.15	8.15	8.00	8.36	8.20	8.94
			12	sdd	4.65	8.15	8.20	8.15	8.34	8.11	8.36	8.15	8.11
			16	sdd	4.65	7.92	8.15	8.15	8.18	8.23	8.15	8.18	8.08
			20	df	4.60	7.46	7.64	7.11	7.36	7.46	7.30	7.53	7.53
3	A	31.8.76	0	wa	6.10	4.26	3.61	3.63	-	/	4.84 ^x	3.20	2.00
			1	wa	6.05	7.60	7.69	7.30	-	7.90	7.78	7.95	7.08
			2	s-	5.85	7.78	7.75	7.78	-	8.08	8.08	7.93	7.53
			6	ss	5.05	8.88	8.84	8.43	-	8.85	8.88	8.85	8.65
			10	sd	4.65	8.69	8.91	8.53	-	8.80	8.73	8.62	8.78
			15	sdd	4.65	8.30	8.80	8.26	-	8.30	8.75	8.36	8.43
			20	ddf	4.55	8.36	8.48	8.36	-	8.43	8.43	8.95	8.32
4	A	31.8.76	0	wa	6.10	4.30	4.26	4.15	-	4.93	4.92	4.40	2.99
			1	wa	6.15	7.08	7.26	7.08	-	7.66	7.72	7.85	5.86
			2	s-	5.85	7.91	7.88	7.61	-	7.90	8.00	8.15	7.32
			6	ss	5.05	8.15	8.28	8.46	-	8.00	8.53	8.48	8.53
			10	ssd	4.65	9.00	8.88	8.93	-	8.85	8.89	8.91	8.63
			15	sdd	4.60	8.15	8.75	8.15	-	8.59	8.65	8.30	8.32
			20	df	4.65	8.30	8.60	8.57	-	8.51	8.48	8.32	8.15

Mortadella - Lagerung bei 22 bis 25° C

Nr.	Lagerungstag	Lactoagar	To-Agar	En-Agar	KRANEP-Agar	VG-Agar	W-Agar	pH-Wert (chem.)	Pyruvat (µg/g)	Gesamt lactat (mg/g)	L-Lactat (mg/g)	D-Lactat (mg/g)
1	0	-	-	2.00	2.00	2.00	-	6.05	4	2.70	2.69	0.01
	2	-	-	6.30	5.30	2.00	-	5.55	26	6.28	3.62	2.66
	5	-	-	6.38	4.26	2.00	-	4.95	25	8.30	4.49	4.41
	8	-	-	4.90	4.26	2.00	-	4.65	17	11.62	5.91	5.71
	12	-	-	5.04	3.15	2.00	-	4.35	18	12.89	6.31	6.58
	16	-	-	5.04	3.78	2.00	-	4.30	48	13.17	6.49	6.68
	20	-	-	4.96	2.90	2.00	-	4.30	21	12.81	6.35	6.46
2	0	-	-	2.00	2.00	2.00	-	6.15	7	2.71	2.70	0.01
	2	-	-	6.30	5.23	2.00	-	5.50	27	6.26	3.60	2.66
	5	-	-	5.73	4.30	2.00	-	4.90	23	9.42	4.95	4.47
	8	-	-	5.56	4.78	2.00	-	4.65	19	11.81	6.07	5.74
	12	-	-	5.30	3.20	2.00	-	4.55	20	13.59	6.73	6.86
	16	-	-	5.36	3.00	2.00	-	4.50	28	13.70	6.98	6.72
	20	-	-	5.40	3.63	2.00	-	4.40	26	13.46	6.75	6.71
3	0	-	-	2.00	2.99	2.00	2.00	6.00	32	3.13	2.82	0.31
	1	-	-	2.00	3.81	2.73	2.00	6.00	17	3.51	2.92	0.59
	2	-	-	5.40	4.56	2.60	2.00	5.75	21	5.65	3.47	2.18
	6	-	-	6.08	3.30	2.86	2.00	4.90	20	10.12	4.94	5.18
	10	-	-	5.90	2.78	2.00	2.00	4.55	12	13.27	6.33	6.94
	15	-	-	6.15	2.00	2.00	2.00	4.55	12	13.26	6.44	6.82
	20	-	-	5.63	2.00	2.00	2.00	4.50	12	14.65	7.57	7.08
4	0	-	-	2.00	2.60	2.00	2.00	-	-	-	-	-
	1	-	-	2.00	3.43	2.00	2.00	-	-	-	-	-
	2	-	-	5.00	4.20	2.78	2.00	-	-	-	-	-
	6	-	-	5.58	4.81	2.00	2.00	-	-	-	-	-
	10	-	-	6.00	2.00	2.30	2.78	-	-	-	-	-
	15	-	-	5.15	2.30	2.00	2.00	-	-	-	-	-
	20	-	-	4.51	2.00	2.00	2.00	-	-	-	-	-

[illegible]

Würstchen - Lagerung bei 22 bis 25° C

Nr.	Firma	Verpackungstag	Lagerungstag	Sensorische Untersuchung	pH-Wert (bakt.)	Isoagar (aerob)	Isoagar (mikroaerob)	Pc-Agar (aerob)	Pc-Agar (mikroaerob)	La-Agar (aerob)	La-Agar (mikroaerob)	La-Agar (überschichtet)	LS-Agar
12	A	11.8.76	0	wa	5.95	3.08	2.30	/	2.30	2.30	2.90	2.60	2.70
			2	wa	5.95	7.30	7.30	7.30	7.30	7.26	7.30	7.59	7.40
			5	wa	5.80	7.93	8.00	8.00	7.95	8.00	7.95	7.95	7.84
			8	s	5.35	7.92	7.92	8.15	8.08	8.04	7.88	7.95	8.00
			12	ss	5.05	7.95	7.85	7.76	7.79	7.98	7.99	7.93	7.18
			16	ss	4.85	7.63	7.58	7.30	7.58	7.83	7.32	7.58	7.00
			20	ssd	4.75	7.30	7.30	7.20	7.30	7.46	7.64	7.63	7.26
13	A	31.8.76	0	wa	6.00	3.15	3.26	3.26	-	2.86	3.26	2.99	2.60
			1	wa	6.05	6.20	6.08	6.20	-	6.00	6.26	6.15	6.00
			2	wa	6.05	7.64	7.56	7.53	-	7.49	7.67	7.51	7.11
			6	s	5.40	8.30	8.08	7.93	-	8.34	8.15	8.30	7.87
			10	ss	4.90	8.08	8.36	8.18	-	8.15	7.93	8.08	8.04
			15	ss	4.65	7.81	8.08	7.88	-	8.00	8.15	8.00	7.90
			20	ssd	4.35	7.85	7.92	7.87	-	7.95	7.85	7.95	7.67
14	A	22.9.76	0	wa	5.90	3.36	-	-	-	3.67	3.56	-	3.40
			1	wa	6.00	5.60	-	-	-	5.98	5.95	-	6.04
			2	s-	5.75	7.20	-	-	-	7.67	7.85	-	7.76
			5	s	5.35	8.15	-	-	-	8.51	8.58	-	8.20
			8	s	5.20	8.20	-	-	-	8.61	8.56	-	8.58
			12	ss	4.95	7.86	-	-	-	7.69	7.76	-	7.00
			16	ssd	4.75	7.61	-	-	-	7.43	7.28	-	7.23
15	B	21.2.77	20	ssd	4.75	7.60	-	-	-	7.43	7.61	-	7.48
			0	wa	5.85	/	-	-	-	/	2.56 ^x	-	2.00
			1	wa	5.90	/	-	-	-	3.30	3.18	-	3.11
			2	wa	5.75	4.26	-	-	-	4.23	3.95	-	3.90
			5	wa	5.90	6.30	-	-	-	6.23	5.34	-	3.90
			8	s	5.70	7.72	-	-	-	7.91	7.71	-	4.30
			12	ss	5.00	8.08	-	-	-	8.18	7.94	-	7.90
			16	ssd	5.10	8.78	-	-	-	8.76	8.54	-	8.46
			20	sd	4.65	8.62	-	-	-	8.38	8.26	-	8.28

Würstchen - Lagerung bei 22 bis 25° C

Nr.	Lagerungstag	Lactoagar	To-Agar	En-Agar	KRANEP-Agar	VG-Agar	W-Agar	pH-Wert (chem.)	Pyruvat (µg/g)	Gesamtlactat (mg/g)	L-Lactat (mg/g)	D-Lactat (mg/g)
12	0	-	-	2.30	2.00	2.00	-	5.85	15	3.17	3.15	0.02
	2	-	-	3.78	3.36	2.00	-	5.80	13	3.26	3.08	0.18
	5	-	-	3.60	4.30	2.00	-	5.50 ^s	15	5.04	3.07	1.97
	8	-	-	4.90	4.00	2.00	-	5.00 ^{ss}	19	8.20	4.98	3.22
	12	-	-	2.60	2.78	2.00	-	4.95	10	9.36	5.19	4.17
	16	-	-	2.95	2.78	2.00	-	4.90	12	9.81	5.59	4.22
	20	-	-	3.75	2.00	2.00	-	4.80	10	10.58	5.31	5.27
13	0	-	-	2.00	2.60	2.00	2.00	5.85	21	2.08	2.07	0.01
	1	-	-	2.00	2.30	2.00	2.00	5.85	9	1.95	1.92	0.03
	2	-	-	4.58	2.90	2.00	2.00	5.65 ^s	7	3.04	1.85	1.19
	6	-	-	3.58	3.08	2.00	2.00	5.00 ^{ss}	9	7.35	3.81	3.54
	10	-	-	3.04	2.00	2.00	2.00	4.65	18	8.80	4.46	4.34
	15	-	-	4.32	2.00	2.00	2.00	4.40	19	11.42	5.59	5.83
	20	-	-	2.00	2.00	2.00	2.00	4.25	16	12.63	6.03	6.60
14	0	3.56	3.46	2.00	2.00	2.00	2.00	5.85	9	2.99	2.95	0.04
	1	6.00	6.04	2.00	2.00	2.00	2.00	5.80	8	3.13	2.94	0.19
	2	7.53	7.73	3.30	2.00	2.00	2.00	5.80	20	3.33	2.58	0.75
	5	8.20	8.59	2.00	2.00	2.00	2.00	5.30	12	8.66	4.61	4.05
	8	8.36	8.51	2.00	2.00	2.00	2.00	5.15	12	9.20	5.00	4.20
	12	7.00	7.52	2.30	2.00	2.00	2.00	4.95	11	10.64	5.70	4.94
	16	7.30	7.28	4.00	2.00	2.00	2.00	4.75	10	11.86	6.25	5.61
	20	7.30	7.30	2.00	2.00	2.00	2.00	4.70	12	12.81	6.60	6.21
15	0	-	-	2.00	2.00	2.00	2.00	6.00	7	2.13	2.10	0.03
	1	-	-	2.00	2.00	2.00	2.00	6.10	6	2.19	2.10	0.03
	2	-	-	2.00	2.00	2.00	2.00	6.10	5	2.28	2.25	0.03
	5	-	-	3.46	3.11	4.86	2.00	6.10	6	2.20	2.17	0.03
	8	-	-	7.60	4.76	2.00	2.30	5.55	7	5.10	3.49	1.61
	12	-	-	4.72	3.18	2.00	2.00	5.10	10	7.46	4.39	3.07
	16	-	-	5.30	4.85	2.00	2.00	4.85	9	9.18	5.03	4.15
	20	-	-	4.26	4.34	2.00	2.00	4.75	12	11.08	5.90	5.18

Mortadella - Lagerung bei 7° C

Nr.	Firma	Verpackungstag	Lagerungstag	Sensorische Untersuchung	pH-Wert (bakt.)	Isoagar (aerob)	Isoagar (mikroaerob)	pc-Agar (aerob)	pc-Agar (mikroaerob)	La-Agar (aerob)	La-Agar (mikroaerob)	La-Agar (Überschichtet)	LS-Agar
16	A	11.8.76	0	wa	6.25	4.30	4.15	4.00	4.15	4.38	4.20	4.26	4.00
			2	wa	6.25	5.15	5.53	5.34	5.04	5.00	5.28	5.32	5.08
			5	wa	6.30	7.04	7.00	7.00	6.92	6.93	6.95	7.04	6.95
			8	s-	6.00	7.98	7.96	8.04	8.00	7.96	7.94	8.00	7.98
			16	ss	5.40	8.66	8.65	8.76	8.73	8.69	8.61	8.56	8.48
			26	ss	6.35	8.46	8.46	8.26	8.51	8.48	8.32	8.42	8.58
			35	ss	5.00	8.86	8.93	8.72	8.90	8.93	8.89	8.72	8.78
			48	ssd	4.90	8.95	8.98	8.86	8.85	8.87	8.91	9.00	8.60
17	A	11.8.76	56	sd	4.85	8.52	8.38	8.40	8.43	8.43	8.40	8.43	8.26
			0	wa	6.20	4.08	4.00	4.00	3.86	4.08	4.08	3.90	3.81
			2	wa	6.25	6.34	6.56	6.60	6.32	6.53	7.32	6.26	5.00
			5	wa	6.25	6.84	7.04	6.98	6.95	7.00	7.08	7.00	7.15
			8	s-	5.95	7.90	7.91	8.08	7.98	7.90	7.90	7.94	7.99
			16	ss	5.35	8.78	8.51	8.60	8.59	8.64	8.63	8.63	8.52
			26	ss	5.35	8.60	8.60	8.35	8.60	8.63	8.54	8.36	8.53
			35	ss	5.00	8.62	8.74	8.65	8.73	8.71	8.60	8.68	8.70
18	A	31.8.76	48	sd	4.95	8.88	8.88	8.90	8.96	8.98	8.95	8.99	8.85
			56	sd	4.95	8.60	8.61	8.52	8.60	8.60	8.65	8.63	8.45
			0	wa	6.10	4.26	3.61	3.63	-	/	4.84 ^x	3.20	2.00
			2	wa	6.15	5.11	5.04	4.86	-	5.85	5.86	5.81	4.78
			6	wa	6.20	7.08	7.08	7.76	-	7.65	7.60	7.58	6.00
			10	s-	5.95	7.88	7.88	7.80	-	8.48	8.43	8.60	6.88
			15	s	5.75	7.60	7.61	/	-	7.79	7.63	7.90	7.30
			23	ss	5.35	8.40	'	8.53	-	8.72	8.60	8.70	8.30
19	A	31.8.76	36	ss	5.35	8.40	8.59	8.46	-	8.43	8.79	8.32	8.32
			45	sd	5.00	8.20	8.51	8.26	-	8.46	8.58	8.49	8.00
			63	ssd	5.05	8.23	8.42	8.34	-	8.34	8.46	8.38	7.95
			76	ssd	5.10	8.26	8.52	8.46	-	8.18	8.49	8.52	8.00
			0	wa	5.10	4.30	4.26	4.15	-	4.93	4.92	4.40	2.99
			2	wa	6.05	5.52	6.04	6.72	-	7.76	7.61	6.90	6.60
			6	wa	5.95	7.43	6.95	7.51	-	8.08	8.08	8.00	4.91
			10	s-	5.85	7.56	7.48	7.43	-	8.26	8.20	8.08	5.79
19	A	31.8.76	15	s	5.70	8.11	7.92	8.26	-	8.18	8.00	8.15	7.00
			23	ssd	5.30	8.32	8.30	8.56	-	8.63	8.56	8.69	8.51
			36	ss	5.35	8.08	8.30	8.56	-	8.15	8.30	8.30	8.08
			45	sd	5.25	8.18	8.36	8.40	-	8.43	8.67	8.32	8.26
			63	ssd	5.10	8.57	8.49	8.23	-	8.34	8.51	8.34	7.90
			0	wa	5.10	4.30	4.26	4.15	-	4.93	4.92	4.40	2.99
			2	wa	6.05	5.52	6.04	6.72	-	7.76	7.61	6.90	6.60
			6	wa	5.95	7.43	6.95	7.51	-	8.08	8.08	8.00	4.91

Mortadella - Lagerung bei 7° C

Nr.	Lagerungstag	Lactoagar	To-Agar	En-Agar	KRANEP-Agar	VG-Agar	W-Agar	pH-Wert (chem.)	Pyruvat (µg/g)	Gesamt lactat (mg/g)	L-Lactat (mg/g)	D-Lactat (mg/g)
16	0	-	-	2.00	2.00	2.00	-	6.05	4	2.70	2.69	0.01
	2	-	-	2.00	2.30	2.00	-	6.15	6	2.74	2.72	0.02
	5	-	-	2.30	2.30	2.00	-	6.15	4	2.84	2.78	0.06
	8	-	-	3.20	2.60	2.00	-	5.95	19	3.61	2.84	0.77
	16	-	-	2.60	2.30	2.00	-	5.50	21	6.35	3.19	3.16
	26	-	-	2.30	2.00	2.00	-	5.35	12	6.76	3.36	3.40
	35	-	-	2.78	2.00	2.00	-	5.10	11	8.06	3.98	4.08
	48	-	-	2.60	2.00	2.00	-	4.95	11	8.65	4.30	4.35
	56	-	-	2.30	2.00	2.00	-	4.85	12	9.63	4.74	4.89
17	0	-	-	2.00	2.00	2.00	-	6.15	7	2.71	2.70	0.01
	2	-	-	2.30	3.08	2.00	-	6.20	7	2.88	2.86	0.02
	5	-	-	2.90	2.30	2.00	-	6.15	6	2.97	2.93	0.04
	8	-	-	3.26	2.90	2.00	-	5.95	20	3.82	3.06	0.76
	16	-	-	2.00	2.00	2.00	-	5.45	23	6.76	3.52	3.24
	26	-	-	2.60	2.30	2.00	-	5.25	18	7.06	3.43	3.63
	35	-	-	2.90	2.00	2.00	-	5.20	12	8.16	4.08	4.08
	48	-	-	2.78	2.00	2.00	-	5.00	12	8.86	4.48	4.38
	56	-	-	2.00	2.00	2.00	-	5.05	12	8.81	4.42	4.39
18	0	-	-	2.00	2.99	2.00	2.00	6.00	32	3.13	2.82	0.31
	2	-	-	2.90	3.70	2.30	2.00	5.95	43	3.22	2.65	0.57
	6	-	-	2.00	3.60	2.00	2.00	6.05	15	2.59	2.39	0.20
	10	-	-	2.00	4.04	2.00	2.00	5.75	23	5.26	3.46	1.80
	15	-	-	2.00	4.00	2.00	2.00	5.65	22	5.43	3.64	1.79
	28	-	-	2.00	4.30	2.00	2.60	5.50	23	6.51	3.59	2.92
	36	-	-	2.00	3.32	2.00	2.00	5.40	24	6.96	3.56	3.40
	45	-	-	2.00	2.78	2.00	2.00	5.30	20	8.00	4.06	3.94
	63	-	-	2.00	2.78	2.00	2.00	5.20	20	8.90	4.72	4.18
	76	-	-	2.00	2.78	2.00	2.00	-	-	-	-	-
19	0	-	-	2.00	2.60	2.00	2.00	-	-	-	-	-
	2	-	-	2.00	3.34	2.00	2.00	-	-	-	-	-
	6	-	-	2.00	2.86	2.00	2.00	-	-	-	-	-
	10	-	-	2.00	3.95	2.00	2.00	-	-	-	-	-
	15	-	-	2.00	3.43	2.00	2.00	-	-	-	-	-
	28	-	-	2.00	4.20	2.00	2.00	-	-	-	-	-
	36	-	-	2.00	3.00	2.00	2.00	-	-	-	-	-
	45	-	-	2.00	2.60	2.00	2.00	-	-	-	-	-
	63	-	-	2.00	2.30	2.00	2.00	-	-	-	-	-

Mortadella - Lagerung bei 7° C

Nr.	Firma	Verpackungstag	Lagerungstag	Sensorische Untersuchung	pH-Wert (bakt.)	Isoagar (aerob)	Isoagar (mikroaerob)	Pc-Agar (aerob)	Pc-Agar (mikroaerob)	La-Agar (aerob)	La-Agar (mikroaerob)	La-Agar (überschichtet)	LS-Agar
20	A	22.9.76	0	wa	6.05	3.43	-	-	-	3.15	3.40	-	3.36
			2	wa	6.20	4.95	-	-	-	5.00	5.00	-	3.30
			5	wa	6.10	3.95	-	-	-	3.95	3.56	-	2.95
			8	wa	6.05	5.40	-	-	-	5.43	4.80	-	4.00
			16	s-	5.85	8.28	-	-	-	8.46	8.26	-	7.20
			23	ss	5.45	8.26	-	-	-	8.65	8.70	-	8.00
			28	ss	5.50	8.30	-	-	-	8.67	8.36	-	7.76
			41	ss	5.35	8.72	-	-	-	8.64	8.69	-	8.34
			54	sd	5.35	8.54	-	-	-	8.69	8.52	-	8.18
21	A	22.9.76	0	wa	6.10	4.08	-	-	-	4.18	4.00	-	3.86
			2	wa	6.10	4.20	-	-	-	4.28	4.26	-	3.95
			5	wa	6.10	5.08	-	-	-	4.93	5.23	-	4.96
			8	wa	6.05	5.43	-	-	-	5.32	5.40	-	2.73
			16	wa	6.05	4.78	-	-	-	4.57	4.83	-	2.00
			23	wa	6.00	5.96	-	-	-	5.95	5.89	-	4.91
			28	s	5.70	8.30	-	-	-	8.08	8.43	-	7.75
			41	ss	5.40	8.56	-	-	-	8.52	8.30	-	8.46
			54	sd	5.45	8.62	-	-	-	8.52	8.54	-	7.87
22	B	21.2.77	0	wa	5.85	4.71	-	-	-	3.81	4.64	-	2.00
			2	wa	5.85	4.75	-	-	-	4.58	4.49	-	2.00
			5	wa	6.00	6.18	-	-	-	6.15	6.34	-	3.00
			8	wa	6.00	6.00	-	-	-	6.00	6.04	-	3.60
			16	s-	5.90	8.57	-	-	-	8.74	8.52	-	7.23
			26	s	5.85	8.74	-	-	-	8.60	8.74	-	7.11
			32	sd	5.75	8.45	-	-	-	8.65	8.45	-	7.43
			50	sdd	5.70	8.43	-	-	-	8.45	8.40	-	8.00

Mortadella - Lagerung bei 7° C

Nr.	Lagerungstag	Lactoagar	To-Agar	En-Agar	KRANEP-Agar	VG-Agar	W-Agar	pH-Wert (chem.)	Pyruvat (µg/g)	Gesantlactat (mg/g)	L-Lactat (mg/g)	D-Lactat (mg/g)
20	0	3.51	3.30	2.00	2.00	2.00	2.00	6.20	5	3.11	3.10	0.01
	2	5.11	4.99	2.00	2.00	2.00	2.00	6.15	7	3.11	3.09	0.02
	5	4.15	4.08	2.00	2.30	2.00	2.00	6.20	6	3.05	3.02	0.03
	8	5.61	4.95	2.00	2.00	2.00	2.00	6.15	23	3.33	3.22	0.11
	16	8.43	7.86	2.00	2.30	2.00	2.00	6.00	26	3.87	3.34	0.53
	23	8.77	8.70	2.78	2.78	2.60	2.00	5.65	14	5.92	3.24	2.68
	28	8.51	8.43	2.00	2.30	2.00	2.00	5.65	14	5.82	2.99	2.83
	41	8.69	8.45	2.00	2.00	2.00	2.00	5.55	14	6.53	3.98	2.55
	54	8.60	8.56	2.00	2.00	2.00	2.00	5.50	12	6.85	3.50	3.35
21	0	4.18	3.85	2.00	2.00	2.00	2.00	-	-	-	-	-
	2	4.08	4.30	2.00	2.30	2.00	2.00	-	-	-	-	-
	5	5.30	5.04	2.00	2.30	2.00	2.00	-	-	-	-	-
	8	5.60	5.26	2.30	2.60	2.00	2.00	-	-	-	-	-
	16	4.86	4.26	2.00	2.30	2.00	2.00	-	-	-	-	-
	23	5.88	5.80	2.00	2.00	2.00	2.00	-	-	-	-	-
	28	8.20	8.08	2.30	2.00	2.00	2.00	-	-	-	-	-
	41	8.30	8.38	2.00	2.00	2.00	2.00	-	-	-	-	-
	54	8.46	8.65	2.00	2.30	2.00	2.00	-	-	-	-	-
22	0	-	-	2.74	2.00	2.00	2.00	6.05	7	1.64	1.61	0.03
	2	-	-	2.00	2.00	2.60	2.00	6.00	7	1.84	1.83	0.01
	5	-	-	2.96	2.00	2.00	2.00	6.00	41	2.14	1.84	0.30
	8	-	-	2.60	2.00	3.11	2.30	6.05	12	2.14	2.11	0.03
	16	-	-	3.60	2.00	2.60	2.00	5.90	16	3.78	2.48	1.26
	26	-	-	3.11	2.00	5.18	2.00	5.70	11	4.36	2.52	1.84
	32	-	-	5.30	2.30	4.64	2.00	6.05	15	5.76	3.37	2.39
	50	-	-	5.18	2.30	2.00	2.00	5.95	16	6.33	3.16	3.17

Bierschinken - Lagerung bei 7° C

Nr.	Lagerungstag	Lactoagar	To-Agar	En-Agar	KRANEP-Agar	VG-Agar	W-Agar	pH-Wert (chem.)	Pyruvat (µg/g)	Gesamt-lactat (mg/g)	L-Lactat (mg/g)	D-Lactat (mg/g)
23	0	-	-	2.00	3.00	2.00	-	6.10	13	4.25	4.21	0.04
	2	-	-	2.00	3.30	2.00	-	6.10	27	4.05	3.97	0.08
	5	-	-	2.00	3.00	2.00	-	5.95	23	5.49	4.05	1.40
	8	-	-	2.00	3.45	2.00	-	5.95	27	5.37	3.82	1.55
	16	-	-	2.00	2.78	2.00	-	5.80	26	6.79	3.78	3.01
	26	-	-	2.00	3.08	2.00	-	5.45	20	8.58	5.07	3.51
	35	-	-	2.00	3.00	2.00	-	5.45	30	7.86	4.06	3.80
	48	-	-	2.00	2.30	2.00	-	5.30	28	8.34	4.16	4.18
	56	-	-	2.00	2.30	2.00	-	5.25	29	8.92	4.49	4.43
24	0	-	-	2.00	2.86	2.00	2.60	6.10	11	3.69	3.66	0.03
	2	-	-	2.60	2.78	2.00	2.00	6.10	22	4.16	3.76	0.40
	6	-	-	2.30	2.73	2.30	2.00	5.95	26	4.57	3.87	0.70
	10	-	-	2.00	3.60	2.00	2.00	5.65	17	8.23	4.88	3.35
	15	-	-	2.00	3.08	2.00	2.00	5.55	16	8.37	4.55	3.82
	28	-	-	2.00	2.95	2.00	2.00	5.45	18	10.11	5.01	5.10
	36	-	-	2.00	2.00	2.00	2.00	5.40	22	11.17	5.66	5.51
	45	-	-	2.00	2.00	2.00	2.00	5.30	18	10.50	5.24	5.26
	63	-	-	2.00	2.00	2.00	2.00	5.25	24	10.97	5.44	5.53
	76	-	-	2.00	2.00	2.00	2.00	5.20	18	10.63	5.47	5.16
25	0	3.18	3.32	2.00	2.00	2.00	2.00	6.00	11	3.46	3.40	0.06
	2	4.30	3.73	2.00	2.00	2.00	2.00	6.00	11	3.18	3.12	0.06
	5	5.11	5.17	2.00	2.00	2.00	2.00	6.00	10	3.25	3.19	0.06
	8	5.79	5.15	2.00	2.60	2.00	2.00	6.00	11	3.43	3.37	0.06
	16	6.48	6.15	2.00	2.00	2.00	2.00	6.00	10	3.51	3.42	0.09
	23	8.36	8.00	2.00	2.60	2.00	2.00	5.85	27	5.56	3.96	1.60
	28	8.08	7.86	2.30	2.00	2.00	2.00	5.65	16	6.49	3.97	2.52
	41	8.30	8.18	2.30	2.00	2.00	2.00	5.45	26	7.82	4.02	3.80
	54	8.20	8.26	2.00	2.30	2.00	2.00	5.45	28	8.40	4.25	4.15
26	0	-	-	2.00	2.00	2.00	2.00	6.05	6	3.68	3.67	0.01
	2	-	-	2.00	2.00	2.00	2.00	6.10	7	3.47	3.46	0.01
	5	-	-	2.00	2.00	2.00	2.00	6.00	10	3.72	3.70	0.02
	8	-	-	3.85	2.00	2.00	2.00	6.00	26	3.73	3.64	0.09
	16	-	-	2.30	2.00	3.60	2.00	6.10	29	4.15	3.50	0.65
	26	-	-	2.78	2.00	2.00	2.00	5.90	25	7.30	4.82	2.48
	32	-	-	4.30	2.00	2.00	2.00	6.00	21	6.76	4.34	2.42
	50	-	-	2.30	2.00	2.00	2.00	6.00	18	6.21	3.55	2.66

Würstchen - Lagerung bei 7° C

Nr.	Lagerungstag	Lactoagar	To-Agar	En-Agar	KRANEP-Agar	VG-Agar	W-Agar	pH-Wert (chem.)	Pyruvat (µg/g)	Gesamt-lactat (mg/g)	L-Lactat (mg/g)	D-Lactat (mg/g)
27	0	-	-	2.30	2.00	2.00	-	5.85	15	3.17	3.15	0.02
	2	-	-	2.00	2.78	2.00	-	5.75	16	3.21	3.20	0.01
	5	-	-	2.00	2.00	2.00	-	5.80	15	3.05	3.03	0.02
	8	-	-	2.00	2.30	2.00	-	5.85	14	3.04	2.99	0.05
	16	-	-	2.00	2.00	2.00	-	5.70 ⁵	13	3.67	2.89	0.78
	26	-	-	2.00	2.30	2.00	-	5.25	11	5.86	3.23	2.63
	35	-	-	2.90	2.00	2.00	-	5.15	11	6.28	3.27	3.01
	48	-	-	2.00	2.00	2.00	-	5.10	14	6.81	3.46	3.35
	56	-	-	2.00	2.00	2.00	-	5.05	13	6.02	2.90	3.12
28	0	-	-	2.00	2.60	2.00	2.00	5.85	21	2.08	2.07	0.01
	2	-	-	2.00	2.30	2.00	2.00	5.95	12	2.09	2.08	0.01
	6	-	-	2.00	2.73	2.00	2.00	5.95	8	2.14	2.09	0.05
	10	-	-	2.00	2.30	2.00	2.00	5.75 ⁵	7	2.96	1.99	0.97
	15	-	-	2.00	2.78	2.00	2.00	5.60	12	3.27	1.89	1.38
	28	-	-	2.00	2.30	2.00	2.00	5.50	10	4.19	2.29	1.90
	36	-	-	2.00	2.78	2.00	2.00	5.35	17	5.33	2.61	2.72
	45	-	-	2.00	2.30	2.00	2.00	5.30	12	5.57	2.72	2.85
	63	-	-	2.00	2.00	2.00	2.00	5.20	14	5.91	2.91	3.00
29	76	-	-	2.00	2.00	2.00	2.30	5.10	14	6.26	3.19	3.07
	0	3.56	3.46	2.00	2.00	2.00	2.00	5.85	9	2.99	2.95	0.04
	2	6.00	6.20	2.30	2.30	2.00	2.00	5.85	9	2.93	2.87	0.06
	8	7.15	7.32	2.30	2.00	2.00	2.00	5.85	7	3.01	2.90	0.11
	16	7.61	7.58	2.00	2.00	2.00	2.00	5.75	7	3.19	2.64	0.55
	23	7.79	8.08	2.00	2.00	2.00	2.00	5.30	10	6.73	3.56	3.17
	28	8.00	8.08	2.00	2.00	2.00	2.00	5.30	10	6.41	3.45	2.96
	41	8.11	8.38	2.00	2.00	2.00	2.00	5.20	13	7.28	3.73	3.55
	54	8.26	7.95	2.00	2.00	2.00	2.00	5.10	9	7.68	3.83	3.85
30	0	-	-	2.00	2.00	2.00	2.00	6.00	7	2.13	2.10	0.03
	2	-	-	2.00	2.00	2.00	2.00	6.00	6	2.08	2.05	0.03
	5	-	-	2.00	2.00	2.00	2.30	6.05	5	2.16	2.13	0.03
	8	-	-	2.00	2.00	2.00	2.00	6.00	5	2.07	2.04	0.03
	16	-	-	2.00	2.00	2.00	2.00	6.05	5	2.02	1.99	0.03
	26	-	-	2.00	2.00	2.00	2.00	5.50	6	4.35	2.71	1.64
	32	-	-	2.00	2.00	2.00	2.00	5.10	14	6.48	3.48	3.00
	50	-	-	2.00	2.00	2.00	2.00	5.10	12	6.81	3.95	2.86

Einzelproben

Nr.		Mortadella	Bierschinken	Würstchen	Sensorische Untersuchung	pH-Wert (bakt.)	Isoagar (aerob)	La-Agar (aerob)	La-Agar (mikroaerob)	LS-Agar	Lactoagar	En-Agar	KRANEP-Agar	VG-Agar	W-Agar
31	+				ssd	4.90	8.67	8.74	8.78	8.58	8.43	2.00	2.60	2.00	2.00
32	+				sd	5.00	/	/	8.68	/	/	2.00	2.30	2.00	/
33	+				ss	5.20	9.00	8.76	8.78	8.58	8.78	2.60	2.60	2.00	2.00
34	+				ss	5.60	8.72	8.54	8.68	8.57	8.49	4.18	2.00	2.00	2.00
35	+				ss	5.20	8.46	8.23	8.42	8.18	8.30	2.00	2.00	2.00	2.00
36	+				wa	5.80	8.60	8.40	7.95	8.30	8.49	2.00	2.00	2.00	2.00
37	+				s	5.65	8.52	8.49	8.34	7.95	8.57	2.78	2.00	2.00	2.00
38	+				wa	5.85	8.60	8.42	8.65	8.18	8.54	2.00	2.00	2.00	2.00
39			+	s		5.60	7.71	7.62	7.48	7.04	7.76	2.00	2.00	2.00	2.00
40			+	wa		5.95	3.42	3.30	3.30	2.90	3.18	2.00	2.00	2.00	2.00
41			+	s		5.55	8.46	8.11	8.48	7.57	8.26	2.00	2.00	2.00	2.00
42			+	wa		5.80	3.90	3.70	3.80	2.90	3.76	2.00	2.00	2.00	2.00

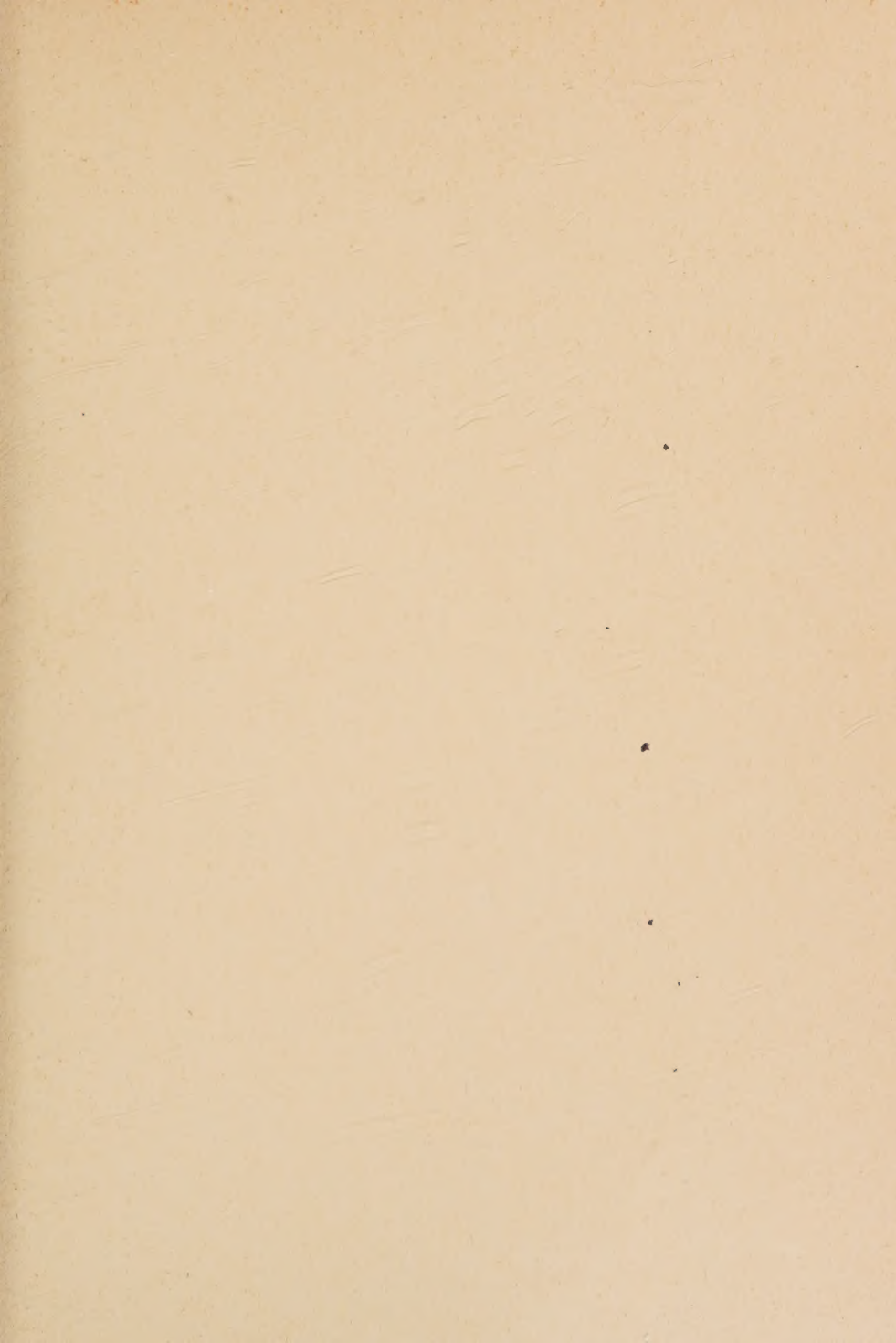
Einzelproben

Nr.	pH-Wert (chem.)	Pyruvat (µg/g)	Gesamtlactat (mg/g)	L-Lactat (mg/g)	D-Lactat (mg/g)	
31	5.30	29	7.50	3.83	3.67	
32	5.10	11	5.55	2.67	2.88	
33	5.25	10	6.88	3.16	3.72	
34	5.40	27	6.24	3.17	3.07	
35	5.50	18	7.70	4.46	3.24	
36	5.80	13	5.08	3.38	1.70	
37	5.40	14	6.88	3.45	3.43	
38	5.70	14	4.80	2.89	1.91	
39	5.35	12	5.20	2.64	2.56	
40	5.95	13	2.28	2.20	0.08	
41	5.55	38	2.81	2.28	0.53	
42	5.75	47	3.12	3.06	0.06	

Ich möchte an dieser Stelle Prof. Dr. Sinell für seine Hilfe bei dieser Arbeit danken, weiterhin auch den übrigen Mitarbeitern der Fachrichtung Lebensmittelhygiene für ihre Einweisung in die Methodik sowie Frau Dr. Arndt vom Institut für Biometrie des Fachbereiches Veterinärmedizin für ihre statistische Beratung. Mein Dank gilt auch der Firma Gebrüder Manns aus Berlin Britz für die großzügige Überlassung von Untersuchungsmaterial und die Unterstützung bei der Durchführung der Versuche.

L e b e n s l a u f

23. Febr. 1951	geboren in Kettwig
Vater	Hans-Willi Luke
	Beruf: Werkzeugmacher
Mutter	Ilse Luke, geb. Lesch
	Beruf: Sekretärin
1957 bis 1961	Volksschule in Kettwig
1961 bis 1969	Gymnasium in Kettwig
Juni 1969	Reifeprüfung
Okt. 1969 bis Sept. 1971	Studium der Veterinärmedizin an der Justus-Liebig-Uni- versität in Gießen
Sept. 1971	Tierärztliche Vorprüfung
Okt. 1971 bis Aug. 1972	Studium der Veterinärmedizin an der Freien Universität in Berlin
Aug. 1972	1. Abschnitt der Tierärzt- lichen Prüfung
Aug. 1972 bis Juli 1973	Studium der Veterinärmedizin an der Kansas State University in Manhattan, Kansas, U.S.A.
Okt. 1973 bis März 1976	Studium der Veterinärmedizin an der Freien Universität in Berlin
Sept. 1974	2. Abschnitt der Tierärzt- lichen Prüfung
März 1976	3. Abschnitt der Tierärzt- lichen Prüfung
Aug. 1976	Approbation als Tierarzt
Juni 1976	Beginn der Dissertation
Sept. 1977	Anstellung an der Landes- anstalt für Veterinärmedizin und Lebensmittelhygiene in Berlin



DISSERTATIONS-DRUCK WALTER MONATH
Wichurastr. 58c Tel. 030/77547 76/77 1 Berlin 46